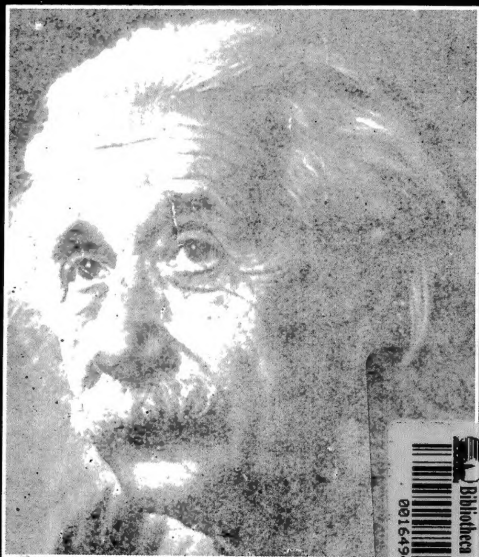


آينشتاين



تأليف: باتش هوفمان
ترجمة: نبيل صلاح الدين
مراجعة: علي يوسف علي

الألف كتاب الثاني

نافذة على الثقافة العالمية

الإشراف العام
الدكتور/ سليم سرخان
رئيس مجلس الإدارة

رئيس التحرير
أحمد صليحة

سكرتير التحرير
عزت عبد العزيز

الإخراج الفني والكتاب
علياء أبو شادي

البرت آينشتاين

تأليف
بانش هوفمان

ترجمة
نبيل صلاح الدين

مراجعة
على يوسف على



الهيئة المصرية العامة للكتاب

١٩٩٨

هذه هي الترجمة العربية الكاملة لكتاب :

EINSTEIN

By : Banesh Hoffmann

فهرس

الموضوع	الصفحة
مقدمة الطبعة العربية	٩
مقدمة الطبعة الانجليزية	١٢
الفصل الاول	
الرجل والطفل	١٣
الفصل الثانى	
الطفل والشباب	٢٥
الفصل الثالث	
ارهاصات النبوغ	٤٤
الفصل الرابع	
اشراق فجر جديد	٥٠
الفصل الخامس	
ضجيج حول الذرة	٦٤
الفصل السادس	
أوقات أفضل	٧٠
الفصل السابع	
من برن الى برلين	٩٢

الفصل الثامن

من البرينسيا الى برنسيب ١١٦

الفصل التاسع

من برنسيب الى برنستون ١٥١

الفصل العاشر

المعركة والقنبلة ١٧٩

الفصل الحادى عشر

استعراض أرحب ٢٢١

الفصل الثانى عشر

الموت مصير كل حى ٢٣٤

شكر

نتوجه لإدارة تحرير الألف كتاب
بالشكر والتقدير للعالم المحيد الدكتور
أحمد مستجير على صاوق معاونته لها في
ترسيم واختيار عدد من الكتب
العلمية الهامة لترجمتها، ومنها فخر
الكتاب

مقدمة الطبعة العربية

يقول المؤلف في صدر الكتاب : « هذه قصة رجل غاية في البساطة » ، وأقول : « هذه ملحمة رجل عميق الايمان » ، ليس عن مخالفة ، ولكن عن رد للأمور الى جذورها الأعمق .

فعمق الايمان بالله الواحد يمثل محورا رئيسيا في شخصية بطل هذه القصة ، وما البساطة التي أشاد بها المؤلف سوى نتاج فرعى ينبع من ذلك المحور الجوهرى ، ليس الوحيد بطبيعة الحال ، كيف لا والوحدانية هي غاية البساطة .

ومن ذلك الايمان كان الاحساس بالجمال الأزلى للكنون ، وكأنه يعبر عن المعنى « ان الله جميل يحب الجمال » . وليست أرى في البساطة والجمال سوى وجهين لعملة واحدة .

ومن الايمان أيضا كانت الثقة البالغة بالنفس ، نراها في كافة أطوار حياته ، طور الأيام الصعبة ، وطور الاشتهار ، وطور الانزواء ، فى الطور الأول كان عبقرى لا يجد حظه من التقدير اللائق ، وفى الثانى انطلق كالشهاب ليكون محط إعجاب العالم بأكمله ، وفى الثالث

كان منشقا على أقرانه عزوفا عنهم ، حين بدا له
أن ما انتهجوه من فكر يتعارض مع احساسه
بانضباط الكون ودقته ، وهو ما عبر عنه بالمقولة
التي اشتهرت عنه : « أن الله لا يقذف بالنرد » .

واضافة لهذه الخصائص النبيلة ، نجد الوقوف
الصارم في جانب الانسانية بكل ما تحمله من
معاني الرحمة والخير ، فيها جامل وفيها خاصم ،
يرفض التخلي عن موطنه الأصلي ، ألمانيا ، وهي
ذليلة مهزومة ، ثم يتنصل منها وهي طاغية ظالمة ،
يرفض الانضمام لدين رسمي حين يرى في ذلك
مصادرة على الحرية الشخصية ، ثم ينتصر لأبناء
دينه حين تحقيق بهم الكوارث .

ولم يكن أينشتاين مع هذا الايمان العميق متدينا
بالمعنى الشكلي أو الطقوسي ، ذلك أن الله الواحد
كان بالنسبة اليه معنى للجمال المطلق والخير
الشامل ، والدقة البالغة . واذا كان من سار على
هذا النهج من حب الذات العلية قد عبروا عن
مكتون صدورهم تسبيحا أو شعرا أو طقوسا ،
فهو قد عبر عنها معادلات ونظريات علمية غيرت
وجه العلم وكانت لها بصمات لا تنكر في مسار
البشرية ، ويالها من صورة من تسبيح لم يعرفها
المتصوفون من قبل ! .

وهذه المحاور جميعا لن يكف المؤلف عن
الاشارة لها تصريحاً أو تلميحاً كلما سنح المقام .
ولست في الواقع أرى في وصفى لقصة حياته

بالملمحة ضرباً من مبالغة ، ففيها من العبر ما يسوقها أن تكون مثالا يحتذى وقدوة يقتدى بها .

العبرة الأولى ، والأهم من وجهة نظري ، تنبع من مرحلة عمره الأولى ، كطالب لم يكتب له أن يكون ممن شهد لهم بالتفوق . ففيها لكل من تعرض لقضية التربية معنى جليل الخطر ، فالله وحده يعلم كم من النشء يظلم بهذه المعايير القاصرة ! .

أما لأبنائنا الشباب ، فلهم في بدء حياته العملية درس يجدر بهم أن يعتبروا به ، فليس بعد الثقة بالله وبالنفس من طوق نجاة لكل من صادفته الصعاب .

ونرجو بتقديم هذا الكتاب للمكتبة العربية أن نكون قد أضفنا لها ما يزيدها ثراء ، هذا وبالله التوفيق .

المراجع

مهندس علي يوسف علي

٢٠ أبريل ١٩٩٧

مقدمة الطبعة الانجليزية

السير الذاتية هي مسألة خيار ، وبالنسبة
لرجل كآينشتاين يكون ذلك صحيحا تماما .
فلا يوجد ما يمثل ترجمة كاملة ، ولا ندعى أن
هذا الكتاب شيء من ذلك . لقد حاولنا ، في حين
محدود ، أن نعطي اشارة للرجل ، تاركين صورته
تتشكل بقدر الامكان من خلال كتاباته هو ،
ومكرسين جزءا أكبر لأعماله العلمية . ولما كان
العلم جزءا أصيلا من شخصيته ، فان أى عرض له
لن يكون سوى مرور كرام . ولقد قيل عن علمه
ما يكفي أن يبين من خواصه ما يظهر جوانب
عظمته . ومع ذلك ، فاذا لم يكن القارئ مهتما
اهتماما خاصا بالموضوعات العلمية المعروضة ،
فله ألا يتوقف عند تفاصيلها الدقيقة . فهدفنا هو
أن نعرض للقصة عرضا روائيا في المقام الأول ،
منه يتذوق القارئ نكهة شخصية الرجل وعلمه ،
وشيئا مما واجهه من قضايا علمية وسياسية ،
وكيف كانت مشاركته المتميزة فيهما .

الفصل الأول

الرجل والطفل

يصور هذا الكتاب قصة رجل بالغ البساطة :

ويكمن جوهر عظمة آينشتاين في بساطته ، وجوهر علمه في حسه العميق بالجمال ، وكما قال هاملت في موقف مختلف : « كان تناقضا ظاهريا برهنه الزمان » .

هو تناقض ينتظر الحل ، ولكن هناك المزيد : ومع تتابع حوادث القصة نكتشف أن كلمات هاملت ، المنتزعة من سياقها ، تكتسب فحوى جديدة غير متوقعة . فلدى آينشتاين أشياء غريبة يقولها عنه الزمن .

وهو معروف بالطبع بنظرية النسبية ، التي جلبت له الشهرة العالمية بشكل قارب التقديس ، وهو أمر لم يتفهمه آينشتاين . ولدهشته البالغة ، أصبح أسطورة حية وبطلا شعبيا بحق . وكان من الشخصيات التي يحتفى بها الملوك ورجال الدولة والصفوة والوجهاء ، ويتعامل معه الشعب والصحافة كنجم سينمائي لا عالم . وعندما دعاه شارلي شابلن في أوج عظمة هوليوود الى حفل افتتاح فيلمه « أضواء المدينة » ، أحاط الجمهور بالسيارة لمشاهدة آينشتاين بنفس

مقدار رغبتهم فى رؤية شابلىن ، عندها التفت آينشتين الى مضيفه متسائلا فى حيرة : « ما معنى هذا ؟ » فأجابه شابلىن الحكيم بمرارة « لا شيء ! » .

ورغم أن الشهرة جلبت مشاكلها التى لا مناص منها ، إلا أنها لم تكن قادرة على افساد الرجل . فلم يكن ذلك من طباعه ، لم يبد عليه يوما الاحساس المبالغ بالذات . وقد أمطره الصحفيون بتفاهاتهم وتقاطر عليه الرسامون والمثالون والمصورون - مشاهير ومغموريث - جاءوا بشكل منتظم لتشخيصه . لكنه خلال ذلك كله ظل محتفظا ببساطته وقدرته على السخرية . وعندما سأله رفيق رحلة قطار لا يعلم شخصيته عن عمله ، أجاب بأسمى : « أعمل موديلات للفنانين » . وفى حديثه لصديق عن انزعاجه من طلبات التوقيع على الأوتوجراف قال : « ان مطاردى التوقيعات هم آخر صيحة من أكلة لحوم البشر ، فبدلا من التهامهم يكتفون الآن بقطع رمزية منهم » . وبعد تكريمه فى مناسبة اجتماعية كاشف الحاضرين بأسف قائلا : « عندما كنت صغيرا كل ما تمنيتهُ وتوقعته من الحياة أن أجلس فى هدوء الى ركن ما أؤدى على بلا أى اهتمام عام بى » . انظروا ما أنا فيه الآن !! » .

وقبل أن تسمع به العامة بفترة طويلة ، أدرك علماء الفيزياء أهمية آينشتين . ولنظرية النسبية جزآن رئيسيان ، النظرية النسبية الخاصة والأخرى العامة . وفى أعقاب الحرب العالمية الأولى جاءت التقارير العلمية عن الكسوف الشمسي تأكيداً للنبوءة بالنظرية العامة للنسبية ، عندها فقط تسرب الخبر للعامة بأن انجازا هاما وخطيرا قد تحقق فى عالم الفيزياء .

جاء آينشتين في وقت من الأزمات غير المسبوقة في عالم الفيزياء . ولم تكن النسبية هي التطور العلمي الثوري الوحيد في بدايات القرن العشرين . فتوراة نظرية الكم ، وهي جزء من قصتنا ، تطورت تقريبا بشكل متزامن وكانت أكثر ثورية من النسبية ، ولكنها لم تحدث نفس الضجة الجماهيرية ولم تفرز بطلا شعبيا كما كان حال الأخيرة . وقد تنامت الأكاذوبة الخرافية أن حفنة قليلة تعد على أصابع اليد من العلماء في العالم أجمع ، هي القادرة على فهم واستيعاب النظرية النسبية . وربما يكون ذلك صحيحا في البدايات الأولى عندما قدم آينشتين نظريته . ولكن حتى بعد أن كتبه الكثيرون مقالات ووضعت كتب لشرح النظرية فإن الخرافة لم تمت وظلت آثارها حتى الآن . وطبقا لتقديرات حديثة فإن ما ينشر من المقالات ذات الوزن عن النظرية النسبية العامة هو بين ٧٠٠ و ١٠٠٠ عمل سنويا .

وقد أعطت الخرافة ، ونجاح تجربة الكسوف للنظرية هالة من الغموض والصفاء الكوني ، وهو ما اجتذب خيال الرأي العام المتعب من الحروب والحريص على نسيان الشعور بالذنب وفضائح الحرب المالية الأولى . وحتى بالنظر البسيطة للنظرية النسبية فإنها تظل انجازا ضخما هائلا . وفي خطاب كتبه عندما أتم عامه الحادى والخمسين ذكر آينشتين أنه يعتبر هذه النظرية بحق انجاز حياته ، ووصفه أعماله الأخرى بأنها مجرد أعمال أداها عندما دعت الحاجة .

ولا يمكن الاستغفاف بهذه الأعمال « وليدة المصادفة » . كما سماها آينشتين ، وعن هذا يعبر ماكس بورن الحاصل على جائزة نوبل في الفيزياء بجلاء عندما يقول ان آينشتين

« يظل أحد أعظم علماء الطبيعة النظرية في كل العصور حتى لو لم يكتب سطورا واحدا من النسبية » . . ولكن ماذا عن جائزة نوبل التي حصل عليها أينشتاين ؟ وحتى بالنظر الساذجة للقيمة الظاهرية للبيان الرسمي للجائزة نجد أنه حصل عليها لبعض من أعماله التي أسماها «وليدة المصادفة» ، وأن هذا لا يتعارض بأي شكل مع عظمة النظرية النسبية .

وقد كتب كارل سيلج Carl Seelig ، أحد أبرز من كتب عن سيرة أينشتاين ، يسأله يوما عما إذا كان قد ورث موهبته العلمية من ناحية أبيه وموهبته الموسيقية عن أمه ، فاجاب بصدق : « ليس لدى موهبة خاصة ، كل ما هناك حبي للاستطلاع وفضولي الجارف . لذلك فليس الأمر وراثيا » . ولم يكن ذلك خجلا منه ، وانما كان أفضل اجابة ممكنة لسؤال سيء الصياغة .

واذا تصورنا أن ذلك يكشف عن فنية أينشتاين العلمية ، الا أنه يشير أيضا الى شيء لم يكن في ذهن سيلج بالتأكيد؛ لأن السؤال يضع قدرات أينشتاين الموسيقية على قدم المساواة مع علمه . صحيح أنه أحب الموسيقى ، وكانت قدرته في العزف على الكمان أفضل من العديد من الهواة ، ولكن هل كان سيلج يقارن الرجل ، موسيقيا ، بموسيقيه المفضل « موزارت » كما قارنه في مجال العلم بنيوتن الذي كان يكن له احتراما وتوقيرا كبيرين ؟

لم يكن أينشتاين في العلم هاويا بكل تأكيد ، بل كانت مواهبه من نوعية جهابذة المحترفين . والتمكن من الاحتراف بالنسبة للرجل العادى ، دائما ، مثير للمهابة ، يتساوى في ذلك رجال الدين مع الدجالين . ولكن المواهب ليست بتلك

الندرة ، فبمعايير الاحتراف لم تكن موهبة الرجل العلمية أو مهارته التقنية مذهلة أو بارزة ، فقد فاقه في ذلك العديد من الممارسين الأكفاء . وبهذا المفهوم بالتحديد لم تكن لأينشتين أية قدرات علمية خاصة ، وإنما كان الشيء المميز له تلك اللمسة السحرية والتي بدونها يظل أكثر الفضول بلا فعالية . انه السحر الحقيقي الذي يفوق المنطق ويفرز العبقري من بين ذوى المواهب الكبيرة .

سنرى ذلك بأنفسنا تدريجيا . فقد عبر أينشتين عن ذلك ضمنا في سيرته الذاتية بكلمات يلفها التواضع ، فلم يكن مقبولا أن يقول « أنا عبقري » ولكن ذلك هو ما كتبه عندما بين لماذا أصبح عالما فيزيائيا وليس عالما رياضيا :

« لم يكن اهمالى النسبى للرياضيات راجعا لمجرد شغفى بالفيزياء ، ولكن أيضا للتجربة الغريبة التالية : فقد رأيت أن الرياضيات مقسمة الى تخصصات بلا حد ، كل منها يمكن أن يستنفد العمر كله ، ووجدت نفسى فى موقف من يقارن بين حزميتين من قش ، عاجزا عن الاختيار . فمن الواضح أن ذلك كان راجعا لحقيقة أن حسى الداخلى لم يكن قويا بدرجة كافية فى مجال الرياضيات . . أما فى الفيزياء فقد تعلمت سريعا أن أستخلص ما يمكن أن يؤدى الى الأساسيات وعدم الالتفات لاي شيء آخر ، والابتعاد عن الأشياء العديدة التى تزحم الذهن وتحول بينه وبين الأساس أو الجوهر » .

ليس هناك تفسير عقلانى لمثل هذا الحدس القوى . هو شيء لا يمكن تدريسه أو استخلاصه فى قاعدة ، والا أصبح الكل عابرة . انه شيء ينبع تلقائيا وعفويا من الداخل . كتب أينشتين سيرته الذاتية فى سن السابعة والستين ، وقد

أشار فيها لواقعة هامة ترجع لأكثر من ستين عاما . وهى قصة كان مغرما بروايتها : فعندما مرض فى سن الخامسة أو السادسة مرضا ألزمه الفراش أهده أبواه بوصلة مغناطيسية ليلهو بها كالعديد ممن فى مثل سنه . غير أن تأثيرها على « ألبرت » الصغير كان دراميا وتنبيا . وفى سيرته الذاتية يستعيد أينشتاين المسن بحرارة ذلك الاحساس بالانبهار الذى سيطر عليه لسنوات عديدة . كانت أمامه ابرة منعزلة عن أية مؤثرات ، ولكنها كانت تحت تأثير ميل دائم للاتجاه باصرار ناحية الشمال . ورغم أن هذه الابرة المغناطيسية ليست بأعجب من البندول المتجه باصرار الى الأرض ، الا أن البندول وسقوط الأشياء أمثلة مألوفة بالنسبة للصبي فاعتبرها من المسلمات الطبيعية ، ولم يدرك فى ذلك الوقت ما تمثله أيضا من غموض ، ولم يكن يدرك أنه فى وقت لاحق من حياته سيكون له الهامه العظيم فى فهم البشرية للجاذبية . كانت الابرة المغناطيسية نقطة تحول بالنسبة لألبرت الصغير ، ولم تتناسب مع تصوره المبكر لعالم منتظم طبيعيا . وكتب فى سيرته الذاتية : « مازلت أذكر - أو على الأقل هذا ما أعتقد - أنه كان لهذه التجربة تأثير عميق مسيطر على » .

هذه الكلمات جديرة بالاهتمام من عدة نواح . فقد أعلنت عن الصعوبة المفاجئة لهذا الفضول الجارف الذى أصبح رفيق حياة أينشتاين ، وايدانا بتبلور شيء داخلى كان ولفترة طويلة فى طور التشكيل . وبالنظر لما حققه يمكننا أن نرى من كلماته فى السيرة الذاتية ، أنه قد وجد مهنته فى سن مبكرة . ولكن هناك شيئا غريبا فى كلماته من المفيد أن نتمعن فيها . فلنقرأ ثانية « مازلت أذكر - أو على الأقل هذا

ما أعتقده - أنه كان لهذه التجربة تأثير عميق مسيطر على » -
أليس فيها شيء غير منطقي ، إذا كان للتجربة مثل هذا التأثير
العميق والمسيطر فلا بد أن يتذكر ذلك بشكل قاطع . لم اذن
كانت هذه العبارة الاحترافية «أو على الأقل هذا ما أعتقد»؟

هل أوقعنا آينشتين العظيم في تناقض ؟ ظاهريا نعم .
ولكن بمفهوم أعمق ، كلا . فهو قد روى هذه القصة مرارا ،
ويدرك سقطات الذاكرة ، ويعلم أنه بتكرار رواية القصة
يمكن أن تدخلها المبالغات ، ورغم هذا يصدقها الراوى . انه
يعتقد أن الابرة كان لها عليه تأثير لا ينسى ، لكن قد لا يكون
التأثير بالضخامة التي تصورها بعد ذلك . لاحظ البساطة
التي عبر بها عن الخواطر في خلفية تفكيره . كلمات التحفظ
هذه ليست متعمدة ، بل هي فقط تقطع التسلسل المنطقي .
انها تتدخل بلا استدعاء ، كسقطه فرويدية ، وتكشف عن
شغف آينشتين الغريزي بالحقيقة . بل أكثر من ذلك تكشف
لنا آينشتين وهو يعمق الحقيقة بوسائل من التناقض
الظاهري .

ماذا عرف سيرته الذاتية ؟ وقد تعرضنا لها بالفعل مرتين
من قبل . بالقطع هي بمثابة كشف كنز حقيقي ، وهي كذلك
بالفعل ولكنها ليست كلية من النوعية التي نتوقعها . كانت
لآينشتين آراء قوية حول السير الذاتية . ففي عام ١٩٤٢
طلب منه أحد الشعراء البارزين ، حين كتب سيرة هامة لعالم
كبير في القرن التاسع عشر ، أن يساهم بوضع مقدمة
للكتاب . فكتب تلبية لهذه الدعوة :

« بالنسبة لي هناك طريقة واحدة لاجتذاب الاهتمام
الشعبي بعالم كبير ، ألا وهي مناقشة وتفسير المشاكل والحلول

التي طبعت أعماله بلغة مفهومة بشكل عام • ولا ينهض بهذا العمل الا من لديه المعرفة الأساسية بالمادة ، أما الحياة الخارجية والعلاقات الشخصية فهي بشكل عام ثانوية الأهمية • وعادة ما تتخذ مثل هذه الكتب الجانب الشخصي في الاعتبار ، ولكنها يجب ألا تكون المادة الأساسية مع عدم وجود كتب تتناول الانجازات الفعلية ، والا كانت النتيجة نوعا من التآليه الرخيص والقائم على العواطف لا الرؤية المتفحصة المتعمقة • وقد علمتني تجربتي الخاصة أنه أمر سخيف وبفيض أن يكون تكريم رجل جاد مشغول بالتزامات كبرى بمثل هذا الجهد •

على كل حال ، لا يمكن أن أعلن موافقتي على مثل هذا الاتجاه في التكريم ، إذ أراه على العكس من ذلك ، خفضا من قدر أولئك الرجال • قد يبدو ذلك فظا ، وأخشى أن تفسر امتناعي عن هذا بعدم لياقة ليس له ما يبرره ، ولكني هكذا ولا يمكنني أن أكون خلاف ذلك » •

نادرا ما أيد آينشتاين السير أو كتب عن نفسه ، لكنه كتب مقدمة لسيرته الذاتية التي كتبها زوج ابنته «رودلف كايزر» (١) قال فيها :

«أجد أن حقائق هذا الكتاب صحيحة ودقيقة ، وتوصيفها خلال الكتاب متفق تماما مع ما هو متوقع من انسان شكلته الظروف ، ولم يكن له الا أن يكون أنا • أما ما قد يكون قد أغفله ، فهو ما بثته الطبيعة بلا كلل ، ربما كنزوة من

(١) تحت اسم مستعار « انطون رايزر » •

نزواتها ، فى فرد من البشر من عدم رؤية ، وغرابة ، وربما
مس من الجنون » .

علينا اذن التمعن فى السيرة الذاتية لآينشتين . فاذا
بدت كلماته للشاعر فى مقدمته لكتاب عن عالم من القرن
الماضى بهذه الصرامة ، فاننا سنجد أنها لا تقارن بمعايير
السيرة الذاتية التى فرضها على نفسه ، ونحن مدينون فى
هذه السيرة الذاتية لاصرار بول آرثر شليب وقدرته على
الاقناع ، وهو أستاذ فى الفلسفة راجع سلسلة من الكتب عن
عظماء الفلاسفة الأحياء ، رجال على مستوى ديوى Dewey ،
سانتايانا Santayana ، هوايتهيد Whitehead ، وراسل Russell ،
وقد خلص الى أن آينشتين هو أحد الفلاسفة العظام ، مما
حذاه الى اضافته الى القائمة السابقة . وكان كل كتاب
مخصصا لشخصية معينة ، ويحوى سيرته الذاتية ، وتتبعها
سلسلة من المقالات يكتبها ثقات يقيمون أعماله وينقدونها ،
ثم يرد على هذه المقالات صاحب السيرة نفسه ، فيجد بهذه
الطريقة الفرصة لتصحيح سوء الفهم عنه .

وبرغم قدرة شليب على الاقناع الا أن آينشتين رفض
أن يكتب سيرته الذاتية للكتاب ، ووافق فقط على كتابة
سيرته العلمية . وبقدرته على التندر تكلم عنها كما لو كانت
« تأيينا » . وعندما انتهى منها وضع عنوانا : « لمحات من
السيرة الذاتية » . ولم تبدأ بالشكل التقليدى بالقول مثلا :
« ولدت فى الرابع عشر من مارس عام ١٨٧٩ ببلدة « أولم »
فى ألمانيا » . فهى لم تتعرض لمثل هذه المسائل ، فلم تذكر
أيضا أشياء مثل « كانت لى أخت صغيرة تسمى مايا » أو
« كان لى ولدان من زوجتى الأولى » أو « كانت والدتى تسمى
بولين » . وانما تتحدث عن الاحساس بالعجب الذى تولاه

عندما أراه أبوه ابرة البوصلة المغناطيسية ، ومن الطبيعي أن مثل هذه اللحظات العاطفية أو العقلية لها مكانها بحق في السيرة العلمية الذاتية . وتفق أهميتها كثيرا من الأشياء مثل الوقوع في الحب أو الحزن لفقد عزيز . وبعد سنوات طويلة من الأضواء ظل آينشتين يعتز بخصوصيته ، ولا يتوقع المرم لذلك أن يذكر أن اسم والده الذي أراه البوصلة كان هيرمان . لم ترد في الكتاب سوى أسماء العلماء والفلاسفة فقط . لا ذكر لأى تغيير فى محل الإقامة أو الوظائف التى شغلها إلا الإشارة العابرة لكونه يهوديا !! لا ذكر اطلاقا لأى تأثيرات سياسية عالمية عليه أو تأثيره هو على العالم . فبمجرد أن بدأ هذا « التأين » انغمس فى مناقشات عميقة للعلم والفلسفة وتظل فى معظمها على هذا المنوال ، ولشعوره التام بمثالب سيرته الذاتية يقطع آينشتين هذه المناقشات العميقة بشكل مفاجئ ليفاجئنا بهذه الكلمات :

« هل المفروض أن يكون هذا تأينا ؟ هذا ما سيتساءله القارئ المندعش . وأجيب على ذلك . . فى الجوهر نعم . لأن جوهر كينونة رجل من نوعى يكمن بالتحديد فيما يفكر فيه وكيف يفكر وليس فيما يعمل أو يعانى . وبناء عليه ، فإن التأين يجب أن يقتصر بشكل عام على توصيل الأفكار التى لعبت دورا ملحوظا فى أعمالى » .

وبقوله هذا استراح ضميره وبدأ فى مناقشة طبيعة النظريات الفيزيائية وبدون أن يتوقف للتقاط الأنفاس بالبداية فى فقرة جديدة .

وبرغم ذلك ، فإن لـ « لمحات السيرة الذاتية » بمبادئها الرياضية ومفاهيمها العميقة جاذبيتها لدى المتخصصين وكذا

القارئ العادي إذا ما كان على مقدرة على المتابعة ، مع تنطلي ما يستغل عليه فهمه • وحتى ما سكت عنه آينشتين فإنه يعين على فهم نوعية الرجل الذي كانه • ولم يكن محتاجا للقول بأن مثل هذه الفكرة خطرت له فى برن أو زيورخ أو برلين أو برينستون • ورغم أن « الملاحظات » هى سيرة ذاتية ، إلا أنها ليست جغرافية ، هى فى الأساس (لا مكانية) لأنه أينما ذهب رحلت معه أفكاره • (المكان) هنا لديه ليس بذى أهمية ، ولكن الملاحظات ليست (لا مكانية) كلية ، فهى تحكى عن تجربة فريدة هزت العالم ، مكانها الحقيقى هو برجه العاجى ، ألا وهو عقله •

فى ٢٤ يونيو ١٨٨١ ، عندما كان عمر آينشتين عامين وثلاثة أشهر كتبت جدته لأمه لبعض أقاربها : « ألبرت الصغير طفل طيب لدرجة أنى أحس بتماسة عندما أفكر أننى لن أراه لفترة » • وبعدها بأسبوع كتبت : « لقد وجدنا بعض متعلقات ألبرت الصغير • كان عزيزا وطيبا ونتحدث كثيرا عن أفكاره الغريبة » •

وشهادة الأجداد عن الأحفاد مشوبة دائما بالتحيز ، ولكن ما يعطى هذه المقتطفات أهميتها ليس مجرد تأثير ألبرت الصغير على جدته وإنما فى أنها أول شهادات الأقارب المعاصرين عنه كشخصية • وهى تدفعنا للتساؤل عن ماهية هذه « الأفكار الغريبة » لطفل فى الثانية من عمره كتب له أن يفوق أعز آمال الأجداد المحبين • هل كانت الأفكار أكثر من مجرد ضحك وتهريج ؟ هل تضمنت اרהاصات لما هو آت ؟ أم على العكس ظل أجداده المفجوعون كما ظل أبواه أن ألبرت متخلف ؟ كانت لديهم أسباب وجيهة لهذا الاعتقاد ، وكان

الشعور منفصا . . وكما يتذكر آينشتين في خطاب كتبه عام ١٩٥٤ : « كان والدائ قلقين لأنى بدأت النطق متأخرا بعض الشيء وفي هذا استشاروا طبيبيا . لا أذكر سنى عندئذ ولكنها كانت تقل بالتأكيد عن ثلاث سنين » . والأفكار التى وجدها جداه (غريبة) من الصعب أن نتصورها مصاغة لفظيا . وفي خطابه قال آينشتين كذلك : « وعلى الرغم من أنى لم أصبح خطيبا مفوها أبدا ، إلا أن تطورى التالى كان طبيعيا تماما فيما عدا ما تميزت به من تكرار كلماتى برقة » . كذلك وبالنظر لما أصبحه آينشتين فيما بعد فإن بداياته لم تكن مبشرة .

الفصل الثانى

الطفل والشاب

لم يعد البيت الذى ولد فيه آينشتين بمدينة أولم موجودا . فقد حولته الحرب العالمية الثانية الى أنقاض . وكان قد سمي شارع فى المدينة باسمه ، ولكن النازيين لم يتحملوا رؤية يهودى يكرم بهذا الشكل ، خاصة ذلك اليهودى الذى لمع نجمه كرمز لكل ما حاولوا تدميره . وفى يومه الأول فى المنصب أسرع العمدة النازى الجديد للمدينة بتغيير اسم الشارع الى شارع فيخته ، تكريما لذلك الفيلسوف الألمانى من القرن الثامن عشر . ولم يعد الاسم كما كان الا بهزيمة النازى .

ذكر آينشتين فى خطابات كتبها عام ١٩٤٦ : « لقد سمعت بقصة أسماء الشارع فى حينها ووجدتها مسلية للغاية . ولا أدرى هل تغير شئ منذ ذلك الحين . . . ولا أدرى متى يكون التغيير التالى . ولكننى أعرف كيف أكتب فضولى . أعتقد أن اسما محايدا مثل « طاجونة الهواء » هو أنسب للعقلية السياسية الألمانية ، ويجعل المزيد من التغيير فى الاسم غير ضرورى مع مرور الزمن » .

أمضى آينشتين وقتا قصيرا فى أولم • فبعد عام من مولده انتقلت الأسرة الى مدينة أكبر بكثير • وهناك بدأ أبوه هيرمان وعمه جاكوب عملا سويا حيث شيئا مصنعا صغيرا للالكتروميكانيكا • والمفارقة هنا هو أنهما أنشأا فى ميونخ التى أصبحت فيما بعد معقل النازية ، وقد احتفظت حياة العائلة هناك بالقليل من آثار أسلافها اليهود •

أرسلت العائلة ألبرت وأخته مايا التى تصغره بعامين ونصف الى المدرسة الابتدائية الكاثوليكية القريبة ، حيث تعلم الطفلان تقاليد الديانة الكاثوليكية وتعاليمها • ولكن الأسرة لم تهمل تعليمهما اليهودية ، وأصبح ألبرت الصغير ، وبسرعة ، متدينا بعمق ، روحيا وشعائريا ، وقد رفض لسنوات أن يأكل لحم الخنزير • وكان يرى أن والديه متسيبان فى الالتزام بتعاليم اليهودية •

قد يكون تناول التطور الدينى خروجاً عن الموضوع فى السيرة الموجزة لمن أصبح عالما شهيرا ، لكن دوافع آينشتين العلمية كانت دينية فى الأساس ، وإن لم تكن بالمعنى الطقضى الشكلى • وسبق أن رأينا كيف سحرت الابرة المغناطيسية الطفل المفتون ، ولم يفتقد الرجل أبدا احساسه الطفولى المبكر بالرهبة والمجب • وكما قال : « أكثر شيء غير مفهوم عن العالم هو أنه قابل للفهم ! » • وعند تقييمه لنظرية علمية له أو لغيره كان يسأل نفسه اذا ما كان هو الله ، هل كان سيجعل الكون بهذا الشكل ؟ قد يبدو هذا المعيار للوهلة الأولى أقرب الى الصوفية منه الى ما يعتبر علميا • انه يكشف عن ايمان آينشتين بالبساطة والجمال المطلق فى الكون فقط • ذلك الرجل الذى يتمتع بالدين البنالغ والقناعات الفنية بأن

الجمال موجود ينتظر من يكتشفه ، هو الذى يمكنه وضع
نظرية كان أهم ما يميزها ، ويفوق ما حققته من نجاح ،
هو جمالها •

كان أبواه هيرمان وبولين بكل المقاييس أبوين طيبين
مخلصين • هو رجل الأعمال متحرر الفكر والمتفائل ، حلو
المعشر ، وهى ربة البيت هادئة الطبع ذات الميول الفنية ،
تهوى العزف على البيانو بعد انتهاء الواجبات المنزلية •
عاشوا فى ميونخ الى جوار عائلة جاكوب آينشتين بقرب
مصنعهما فى بيتين متصلين لهما حديقة كبيرة مشتركة •
وفى هذه الطفولة المبكرة شاهد ألبرت الكثير من عمه جاكوب
المهندس فى العمل المشترك مع والده •

كان ألبرت الصغير ميالا للعزلة بطبيعته • وعندما كان
الأطفال الأقارب يأتون للعب فى الحديقة لم يكن يشاركهم
الا قليلا • وتتذكر أخته مايا فى وثيقة كتبت بعد ذلك بوقت
طويل أنه كان يفضل الألعاب التى تتطلب الصبر والمثابرة ،
مثلا بناء هياكل معقدة بطوب البناء وانشاء منازل تصل الى
أربعة عشر طابقا بأوراق اللعب • وفى طفولته كان ينفر
بالفريزة من القسر والاجبار ، وكان يرتعد من رأى
المسيرات العسكرية ، بينما يحلم أقرانه بيوم يرتدون فيه
ذلك الزي • بل كان يمقت مجرد فكرة السير المنتظم بلا معنى
على الدقات الفارغة للطبول •

فى عام ١٨٨٦ كان قد بلغ السابعة • وكتبت أمه الى
أمها تقول : « أحضر ألبرت بالأمس درجاته من المدرسة ،
وتكرارا هو على قمة فصله وحصل على درجات رائعة » • وفى
العام التالى كتبت جدته لأمه : « لقد عاد ألبرت العزيز الى

المدرسة منذ أسبوع • كم أحب ذلك الصبي ، فلا يمكن أن
تتصورى ما أصبح عليه من طيبة وجمال ! » •

من هذه اللقطات يمكن أن نستخلص أن ألبرت قد تغلب
بسرعة على عراقيل بدايته المتعثرة وأصبح تلميذا نابها
سعيدا فى مدرسته ، يحبه أقاربه ومدرسه • ولكنه فى
أواخر حياته تحدث بمرارة عن سنوات المدرسة ، لم تعجبه
بشكل خاص أنماط التعليمات الصماء التى سادت وقتها •
وقد تعاضم هذا الاحساس عندما ترك - فى سن العاشرة -
المدرسة الابتدائية ليلتحق بالمدرسة الثانوية • وقد كتب فى
عام ١٩٥٥ : « كتلميذ لم أكن سيئا أو جيدا بشكل خاص •
كانت نقطة ضعفى الرئيسية تكمن فى ضعف ذاكرتى خاصة
فيما يتعلق بالكلمات والنصوص » • وقد أمن على ذلك معلم
اللغة اليونانية عندما قال له : « لن تصبح شيئا ذا بال » •
ولكن انظر لكلمات ألبرت التالية : « فقط فى الرياضيات
والعلوم كنت بالتحصيل الذاتى متقدما عن المنهج الدراسى ،
وكذلك الحال مع منهج الفلسفة » •

لدينا هنا على الأقل صورة أوضح لتطور آينشتاين
الصفير • والمباراة الركيزية هى « التحصيل الذاتى » الذى
يرتبط بشكل أساسى بحب الاستطلاع الجارف والاحساس
بالعجب والدهشة • كما يكشف عزفه على البيانو بعمق عن
أسلوب تطور شخصيته ، فقد كتب : « تلقيت دروسا فى البيانو
بين سن السادسة والرابعة عشرة ، ولكنى لم أكن مخطوفا
فيمى تتلمذت على أيديهم • فلم تتعد الموسيقى لديهم الممارسة
الميكانيكية • بدأت التعلم حقا عندما كنت فى حوالى الثالثة
عشرة ، وأساسا بعد أن أغرمت بسوناتات موزارت • وكانت

محاولاتي لمحاكاة مضمونها الفني وجمالها المتفرد الى حد كبير هي دافعي لتحسين عزفي . وكان التقدم راجعا لهذه السوناتات وليس للممارسة المنتظمة . وأنا أؤمن بشكل عام بأن الحب معلم أفضل من الاحساس بالواجب ، على الأقل هذا ما كان عليه حالي » .

وندد تلقى آينشتين الصغير ، وبلا شك ، تشجيعا هاما من عمه جاكوب ، ويبدو أنه قد علم ابن أخته نظرية فيثاغورث قبل أن يدرس الصغير الهندسة . وقد فتن ألبرت بها ، وبعد جهد مضى توصل الى طريقة لاثباتها ، وهو انجاز غير عادى فى تلك الظروف ، ولا بد أن سعادتهما بذلك كانت بالغة . ولكن ، وللغرابية ، كانت تلك السعادة لا تذكر بالمقارنة بالمشاعر التى أثارها فيه كتاب صغير عن هندسة اقليدس التى أصبح غارقا فيها . كان عندئذ فى الثانية عشرة ، وكان للكتاب عليه نفس تأثير الابرة المغناطيسية قبل سبع سنوات . وفى « لمحات السيرة الذاتية » يتحدث بحبور عن « كتيب الهندسة المقدس » :

« لدينا هنا بعض الحقائق المؤكدة ، . . على سبيل المثال تقاطع الارتفاعات الثلاثة للمثلث فى نقطة واحدة ، وهو ما يمكن اثباته بشكل لا يقبل الشك . كان لكل هذه السهولة والوضوح تأثير لا يوصف على . أما بالنسبة لمن يمتقنون الرياضيات ، فلا بد أن هذا الاعجاب بالهندسة كان شيئا لا يصدق مثل حب عالم الزواحف للشعابين » . وحيث ان آينشتين اتخذ الطريق السهل ، والأمين فى ذات الوقت، يوصف الانطباع بأنه لا يوصف ، فلنستعير وصفا من برتراند راسل الذى كانت له تجربة مماثلة بشكل مذهل ، حتى من ناحية

العمر ، حيث كتب يقول : « فى سن الحادية عشرة كانت بدايتى مع هندسة اقليدس ، وهى من أهم أحداث حياتى . فهى مبهرة كالحب الأول . لم أكن أتصور أن فى العالم شيئا بهذا الجمال » . ولا ننسى ما قاله الشاعر أدنا سانت فنسنت ميلاي : « اقليدس وحده هو الذى رأى الجمال الخالص » .

وفى حياته قرأ أينشتين كتب العلوم المبسطة بما وصفه فيما بعد ، « انتباه مبهور الأنفاس » . لم تأت هذه الكتب مصادفة . لقد وضعها بترتيب وتخطيط بين يديه ماكس ثالمى ، وهو طالب طب واع متبصر ظل لفترة طويلة يزورهم أسبوعيا . وكانت لثالمى حوارات طويلة مع ألبرت الصغير يرشده فيها ويوسع آفاقه الثقافية فى طور التشكيل الحرج . وعندما بدأ أينشتين فى تعليم نفسه الرياضيات العليا كان على ثالمى - دفاعا عن الذات - أن يحول المناقشات الى الفلسفة ، موطن قوته . وفى ذكر تلك الأيام كتب ثالمى : « نصحته بقراءة « كانت » وكان ما يزال صبيا فى الثالثة عشرة من عمره ، ورغم أن أعمال « كانت » ليست فى متناول الانسان العادى ، الا أنها كانت واضحة له » .

كان من آثار كتب العلوم على ألبرت الحساس مريع التأثير أن أصبح فجأة لا دينيا . لم يفته التعارض بين الصورة العلمية والأخرى التوراتية . وحتى ذلك الحين كان ملاذه فى الايمان بالدين كما تعلمه . أما الآن ، فقد أحسن أن عليه التخلي عنه ، على الأقل جزئيا ، وهو ما لم يستطعه بغير صراع عاطفى حاد ومزير . لفترة لم يكن لا دينيا فحسب ، بل متعصبا ومتشككا بشكل بالغ فى القوة العليا . بعد أربعين عاما يقول فى دعاية ساخرة : « عقابا لى على ازدرائى

للمرجعية ، جعلنى القدر مرجعا » • ان ايمانه فى القوة
العليا ، والذى لم يفارقه أبدا ، كان على أهمية خاصة •
فبدونه لم يكن بإمكانه أن ينمى تلك الاستقلالية العقلية
القوية التى منحتها شجاعة تحدى بها قناعات علمية راسخة ،
وبناء عليه أحداث تلك الثورة فى عالم الطبيعة •

وكصبى فقد الاحساس بالدين ، لفترة محدودة ، كان
تواقا للاحساس بيقين بديل كأساس متين يبنى عليه حياته
الداخلية واحساسه بالعالم الخارجى • فى هذه الفترة جاءه
كتيب الهندسة ، ومن اللافت للنظر أنه تحدث عنه بعد خمسين
عاما ككتيب مقدس •

بعد بضع سنوات من الازدهار ، تعرض مصنع أبيه
وعمه فى ميونخ لظروف عصيبة ، وأغلق فى عام ١٨٩٤ ،
وانتقلت العائلتان الى ايطاليا بحثا عن ظروف أفضل ، من
خلال مصنع فى « بافيا » بالقرب من « ميلانو » ، وخلفوا
البرت فى مدرسة داخلية لانتهاء عامه الدراسى فى المدرسة
الثانوية •

الآن ، وفجأة ، وفى سن الخامسة عشرة ، أصبح البرت
وحيدا • لم يجد فى المدرسة الثانوية الا عزاء متواضعا •
ولم يكن من المستغرب أن يطلق عليه زملاؤه « الصريح » ،
وهو ما نعبر عنه بقولنا : « ان ما فى قلبه على لسانه » ، فهو
لقرط بساطته وشفافيته لم يستطع اخفاء عدم اعجابه
بمدرسيه ونمطهم الصارم • وبالطبع لم يكن محببا لديهم ،
حيث كان يكثر من احراجهم بأسئلته الصعبة • وفى وصفه
للموقت كتب عام ١٩٤٠ : « عندما كنت فى الصف السابع فى
المدرسة الثانوية (حوالى ١٥ عاما) استدعيت لمقابلة مدرس

اللغة اليونانية الذى طلب منى ترك المدرسة • وردا على ملاحظتى بأنى لم آت بأى خطأ ، أجاب : « مجرد وجودك يجعل الصف يفقد احترامه الى » • من ناحيتى ؛ فبال تأكيد كنت راغبا فى ترك المدرسة واللاحاق بوالدى فى ايطاليا ، وكان السبب الرئيسى فى ذلك الطريقة الميكانيكية الغبية للتعليم • وتسبب ضعف ذاكرتى فى الكلمات فى مصاعب جمّة كان من العبث مغالبتها • لذلك فضلت أن أتحمّل بكافة العقوبات الا أن أستظهر أو أتعلم بلا فائدة » •

ورغم هذه الرغبة المتبادلة فى الانفصال ، الا أن العناد واللوائح معا فرضا على ألبرت أن يتحمل حتى الاختبار النهائى ليحصل على شهادته • غير أنه كانت هناك أسباب أكثر قهرية من اللوائح ، ايطاليا • فقد رسمت خطابات الوالدين صورة وردية لها • ولذلك قرر ألبرت ذو الخمسة عشر ربيعا المنبوذ والوحيد ترك المدرسة الثانوية • ويعطى هذا القرار اليأس مؤشرا قويا حيا على عمق تعاسته فى ميونخ • ولم يكن ذلك هو المؤشر الوحيد • فقبل أن يغادر أبواه كان قد قرر أن يغير جنسيته ، ولم يكن قادرا على ذلك بمفرده لكونه ما يزال قاصرا • ولكن تصميمه كان قويا ، ودوافعه عميقة • وكما كتب عام ١٩٣٣ : « كانت العقلية العسكرية المبالغ فيها فى ألمانيا مستغربة لدى كسبى • وعندما غادر والدى الى ايطاليا كان قد أخذ - بناء على رغبتي - خطوات لاعفائي من الجنسية الألمانية ، لأننى كنت راغبا فى أن أصبح مواطنا سويسريا » •

تضمن الخروج من المدرسة الثانوية بعض المشاكل ، لكن ألبرت اتخذ حيا لها ما أمكنه من الاحتياطات • فحصل من طبيب العائلة على شهادة بضرورة حصوله - لأسباب

صحية - على راحة للاستشفاء بين أهله فى إيطاليا ، ومنه معلمه فى الرياضيات خطابا يشهد أن قدراته ومعارفه فى الرياضيات أصبحت تؤهله للمستوى الجامعى .

محصنا بهذه المستندات ، تخلى ألبرت عن الحرص ، وليأت المستقبل بما يشاء ، وعليه أن يعد نفسه بالتعلم الذاتى للالتحاق بالجامعة . ورغم أن الشهادة الطبية كانت تثقل ضميره إلا أنها أنقذته من أن يوصف بالأبله . ولكن ، فلنقل بصراحة انه (تسرب) من المدرسة ، ترك حياته الكثيبة فى ميونخ ولحق بالعائلة فى ميلانو ، وتلت ذلك فترة من أسعد أيام حياته ، لم يسمح لأى قيود مدرسية بالحد من حريته المكتسبة حديثا . وهام بالعقل والجسد متغليا عن أى حرص ، روحا طبيعية عشقت الحرية ، يدرس فقط ما يحب من المواضيع . وخرج فى رحلة خلوية مع صديقه أوتو نويشتيتر Otto Neustatter ، خلال جبال الأبينين حتى « جنوة » ، وكان له أقارب فيها . وهناك كانت المتاحف والكنائس والحفلات الموسيقية والكنوز الفنية ، والمزيد من الكتب والعائلة والأصدقاء ، وشمس إيطاليا الدافئة ، والشعب البسيط العاطفى . فى مجملها كانت مغامرة جريئة للهروب والاكتشاف الرائع للذات .

ولكن الحلم لا يدوم والهموم الدنيوية ، والتي ظلت خامدة لفترة طويلة ، جاءت متزاحمة . لقد بدأت أعمال هيرمان آينشتين تتعرض للكساد ، وكان عليه أن يبحث ابنه على التفكير فى المستقبل .

وفى زيورخ ، الجزء الناطق بالألمانية فى سويسرا ، كان المعهد الاتحادى للتكنولوجيا المشهور باسم « البوليتكنيك »

أو « البول » . وهناك وفي عام ١٨٩٥ ، بعد عامه المشهود من الانطلاق بلا قيود بعيدا عن المدرسة ، دخل امتحان القبول لقسم الهندسة .

ولكنه أخفق !

كانت ضربة موجعة رغم أنها شبه متوقعة ، بالإضافة الى أنه كان ما يزال في السادسة عشرة ، وكانت السن للالتحاق الثامنة عشرة . ولحسن الحظ لم يكن اخفاقه كارثة . كانت نقطة ضعفه هي المواد النظرية كاللغات وعلم النبات ، أما الرياضيات والطبيعة ، فلندع الحديث هنا للأعمال لا الأقوال . فقد اتخذ البروفيسور هينريش فيبر Henrich Weber خطوة غير عادية عندما أبلغ آينشتين ، من خلال آخرين ، بأنه ان ظل في زيورخ فبإمكانه حضور محاضراته في مادة الطبيعة . ورغم أن ذلك كان مشجعا إلا أنه لم يكن حلا لمشكلة ألبرت . وكان هناك المزيد . فقد حثه ألين هيرتزوج Albin Herzog مدير البوليتكنيك ألا يفقد الأمل ، وأن يسعى للحصول على الدبلوم من مدرسة الاقليم التقدمية في أرجاو Aargau في بلدة آراو Aarau .

في آراو ، لدهشة ألبرت وغبطته ، وجد مناخا مختلفا بشكل كبير عن المدرسة الثانوية في ميونخ . فقد ساد المدرسة روح منعشة من الحرية . وكان محظوظا اذ وجد اقامته في منزل أحد المدرسين ، يوست وينتلر Jost Winteler . وقد عاملته العائلة كما لو كان فردا منها . وقدر لهذه الرابطة أن تزدهر وثوقا فيما بعد ، فقد اقترن أحد أبناء العائلة بشقيقة ألبرت مايا Maja وتزوجت احدي بناتها من ميشل

بيسو Michel Besso الذى سيأتى ذكره لاحقا • وكثيرا ما تذكر معلمه (بابا وينتلىر) بحب •

ببلوغه السادسة عشرة كان ألبرت قد علم نفسه علم التفاضل والتكامل وأصبح على تبصر علمى غير عادى • وللتدليل على ذلك نورد هذا الجزء من رسالة تهنئة له بعيد ميلاده الخامس عشر من أوتو نويشتيتير رفيقه خلال ذلك العام المشهود الذى لا ينسى فى ايطاليا • ويتحدث هذا الجزء من الخطاب عن واقعة تتعلق بالمعلم جاكوب عندما كان ألبرت فى الخامسة عشرة من عمره :

« أخبرنى عمك عن المصاعب الجمة التى وجدها فى حسابات انشاء بعض الماكينات » • وبعدها بآيام • • قال : « أتعرف كم هو رائع ابن أخى ! • فبعد أن أجهدنا عقليتنا أنا ومساعدى لعدة أيام جاء هذا الصغير بالحل فى أقل من ١٥ دقيقة • لسوف تسمع عنه كثيرا » •

مثل هذا النضج المبكر أمر مثير ، ولكنه ليس فريدا • فالأطفال الأذكياء كثيرا ما يحلون المشاكل الفنية التى تعجز من هم أكبر سنا • ولكن لدينا مثالا أفضل ، فى سن السادسة عشرة عندما كان فى أورو تسامى ألبرت عما تبدو عليه الموجة الضوئية عند الناظر إليها متحركا بنفس سرعتها •

ولا يعتبر هذا الموقف ، بالمقارنة بالمواقف الأخرى ، انجازا على الإطلاق • مجرد سؤال وجواب • ويكشف هذا السؤال الذى سألته لنفسه فى سن السادسة عشرة ، وظل مسيطرا عليه لسنوات ، بشكل واضح عن قدرته على التوصل الى لب المشكلة • والسؤال يتضمن بذرة النظرية النسبية •

وبينما لم يكن هناك من هو قادر على تقديم جواب شاف
استطاع أينشتين أن يجد الاجابة بنفسه . ولكن الأمر استغرق
عشر سنوات .

فى تلك الأثناء ، وبعد عام سعيد غير متوقع فى آراو ،
حصل أينشتين على شهادته . وبعد اعفائه من شرط السن
أصبح مؤهلا للالتحاق بمعهد البوليتكنيك ، والتحق به فى
خريف ١٨٩٦ ، رغم أنه لم يكن فى نيته أن يصبح مهندسا .
كان مثال جوست وينتلى فى ذهنه . وأصبح ينظر للتدريس
كطريقة أفضل لكسب العيش . لذلك سجل نفسه فى دورة
لتدريب المدرسين المتخصصين فى الرياضيات والعلوم . وقد
دعمه أعمامه من جنوه ماليا باعطائه راتبا شهريا مقداره
١٠٠ فرنك . أخيرا اتخذ مستقبله مسارا آمنا .

ولكن من يعتاد الحرية لا ينساها . والشاب الذى أطلق
عليه رفقاء اللعب « الصريح » لا يكتسب الانضباط
بسهولة . فخلال دراسته فى معهد البوليتكنيك لم يستطع
اجبار نفسه على دراسة مالا يروقه ، وقضى معظم وقته
وحيدا فى استكشاف بهيج لعالم الفيزياء العجيب ، واجراء
التجارب واستذكار أعمال الرواد العظام فى الفيزياء
والفلسفة أولا بأول . كان يقرأ بعضها مع زميلة فصله
الصربية ميليفيا ماريش التى تزوجها فيما بعد . أما
المحاضرات فكانت بالنسبة له نوعا من التعميق . حضرها
فقط لأداء الواجب وبلا حماس كبير فى غالب الأحيان .

أصبح مدركا أن اهتماماته الحقيقية ليست فى
الرياضيات وإنما فى الفيزياء . وبرغم ذلك لم تستهوه
محاضراتها أيضا . ولسوء الطالع كان هناك امتحانان

رئيسيان عليه أن يجتازهما خلال سنوات الدراسة الأربع .
ومرة أخرى بدأت نذر المشاكل تلوح في الأفق . ولكن أدرك
أحد زملاء فصله ، مارسيل جروسمان Marcel Grossmann ،
وهو طالب رياضيات ممتاز ، حقيقة مستوى آينشتين العلمي .
وكان جروسمان منتظما في حضور المحاضرات ودقيقا في
تسجيله الملاحظات التي كانت بالفعل مثالا يحتذى للتفصيل
والوضوح . وقد أعطاها باريحية لآينشتين ، وبدونها ما كان
له أن يجتاز الامتحان . وتخرج عام ١٩٠٠ .

وفرت ملاحظات جروسمان قدرا من الحرية لآينشتين
لمتابعة دراسته الخاصة ، ومن بين المجالات التي تمكن فيها
ما يسمى بنظرية « ماكسويل » للكهرومغناطيسية . وهي
نظرية هامة لم تتعرض لها للأسف محاضرات هنريش فيبر .
تذكروا هذا الاسم جيدا « ماكسويل » ، فهو من الأسماء
المجورية في قصتنا .

عاش آينشتين في زيورخ مقتصدا ، ولم يكن ذلك لعدم
كفاية موارده ، فهو منذ البداية استطاع توفير مقدار الخمس
منها ، مما مكّنه من دفع رسوم الحصول على الجنسية
السويسرية . فقد استطاع بمساعدة والده أن يقدم طلبه
للحصول عليها في أكتوبر عام ١٨٩٩ . وبعد صغوبات
بيروقراطية هائلة أصبح مواطنا من مدينة زيورخ ، ومن
رعايا مقاطعة زيورخ بسويسرا في فبراير عام ١٩٠١ .
وقد احتفظ بهذه الجنسية رغم كل التقلبات في حياته .

لم تكن سنوات المعهد العالي الأربع كلها سارة . وكما
كتب في « لمحات السيرة الذاتية » : « كان علي المرء أن يحشو
دماغه بكل هذا من أجل الامتحان ، شاء أم أبى . وكان لهذا

القهر تأثير منفرد على لدرجة أننى وجدت نفسى بعد الانتهاء من اجتياز الامتحان الأخير ، عازفا عن البحث فى أية مسائل علمية طيلة عام كامل » .

أعقبت التخرج أوقات عصيبة وارتبكت الأمور ، وفقدت العلوم التى يمشقها سحرها . وباعدت ضراخته الزائدة وفقد ثقته فى السلطة بينه وبين مدرسيه ومن بينهم هينريش فيبر الذى كان ينفر منه بشكل خاص ، وهو نفسه الذى شجع قبل خمس سنوات ، بمبادرة كريمة ، ذلك الشاب الذى رسب فى اختبار القبول بالجامعة ، ومنذئذ تدهورت العلاقة فيما بينهما . وفى إحدى المناسبات خاطب آينشتين بسخط ، له ما يبرره ، قائلا : « أنت شاب ذكى ، لكن لديك خطأ واحدا . أنت لا تستمع لأحد » .

بنهاية الدراسة انقطع الراتب الشهري لآينشتين وتعين عليه البحث الجاد عن عمل . كان آنذاك فى الحادية والعشرين وعندما حاول الحصول على وظيفة فى الجامعة لم يوفق . وكتب عام ١٩٠١ قائلا : « يقولون اننى لست على وئام مع أى من أساتذتى السابقين . وقد كان من الممكن أن أجد وظيفة منذ وقت طويل كمعيد فى الجامعة لولا أن تدخل ضدى فيبر » .

واستطاع آينشتين أن يكسب عيشه بالقيام بأعمال مؤقتة كأداء الحسابات والتدريس فى المدارس والدروس الخصوصية . وهنا أيضا تسببت استقلاليته وبمده عن الدنيا فى العديد من المشاكل . وعاد اليه تدريجيا حبه للعلم . وبينما كان يمارس التدريس الخاص فى زيورخ كتب مقالة بحثية عن « الخاصية الشعرية Capillarity » ، نشرت عام

١٩٠١ في الجريدة العلمية الهامة « حوليات الفيزياء »
« Annalen der Physik » وقد استبعد أينشتاين فيما بعد هذه
المقالة واعتبرها « بلا قيمة » ولكنه كان يقيمها حينذاك
بمقاييس غير عادية .

كان أينشتاين الشاب يعلق آمالا كبيرا على هذا البحث عن
« الخاصية الشعرية » وفي ألمانيا ، خاصة في تلك الفترة ،
كان أساتذة الجامعة شخصيات تتمتع بالاكبار والاجلال
لا يقترب المامة منهم ، وهم يدورهم وباحساسهم بالتعظيم
والنفوذ ، كانوا متعجرفين . وتطلب الأمر كل شجاعة أينشتاين
ليكتب الرسالة التالية لعالم الكيمياء والطبيعة العظيم الكبير
« فيلهلم أوستفالد Wilhelm Ostwald » الأستاذ في جامعة
لايبزج Leipzig والذي حصل فيما بعد على جائزة نوبل :

« حيث ان اعجابي بكتابك عن الكيمياء العامة دفعني
لكتابة المقالة المرفقة عن (الخاصية الشعرية) ، فاننى أسمح
لنفسى بإرسال هذه النسخة منها . وبهذه المناسبة أجدنى
أغامر بالسؤال عما اذا كان لديك عمل لفيزيقي رياضى على
دراية بطرق القياس المعيارية . وقد تجرأت اذ سمحت لنفسى
بهذا الطلب لأنى بلا موارد ، ومثل هذه الوظيفة فقط يمكن
أن توفر لى الفرصة فى المزيد من التعلم » .

تم ارسال هذا الخطاب بتاريخ ١٩ مارس ١٩٠١ .
وبمرور الأيام بلا رد ، جفت آمال أينشتاين . وفى ٣ أبريل
الحق برسائله كارتا بريديا ، عبر فيه عن أهمية هذا الطلب
له ، وأضاف متسائلا ، كدريعية ، عما اذا كان قد ضمن
رسائله السابقة عنوانه فى ميلانو ، وهو ما كان مكتوبا
بالفعل .

لم يأت به رد أيضا . وفي ١٧ أبريل حاول في اتجاه آخر ، فكتب مذكرة موجزة للأستاذ هايكي كامرلينج أونسن Heike Kammerlinge-Onnes في لايدن Leiden بهولندا ، وأرفق بها أيضا مقالته عن الخاصية الشعرية التي كانت في ذلك الوقت انجازه الوحيد . ولم تأت هذه المحاولة بأية نتيجة . وفي تلك الأثناء وقعت حادثة مؤثرة في حياته ، ولم يكن يعلم بها ، وهي تكشف عن حب أبيه له وأيضا آمال ألبرت وأحباطاته خلال تلك الفترة العصيبة . ففي ١٣ أبريل عام ١٩٠١ ما كان مع التاجر المفلس هيرمان آينشتين خلال مرضه ، وهو البعيد عن المجتمع الأكاديمي ، إلا أن أخذ على عاتقه كتابة الرسالة التالية للبروفيسور أوستفالد :

« أرجو أن تسامح أبا إذا ما تجرأ على الكتابة لك من أجل ابنة . أود أولا أن أذكر أن ابني ألبرت آينشتين البالغ من العمر ٢٢ عاما ، قد درس لأربع سنوات في معهد زيورخ للبوليتكنيك ، واجتاز امتحانات الدبلوم بدرجات عالية في الرياضيات والطبيعة . وهو يحاول منذ ذلك الحين ، بلا جدوى ، الحصول على وظيفة « مساعد بحثي » يمكن أن تعينه على مواصلة الدراسة في الفيزياء النظرية والعلمية . وقد أثنى المتخصصون على موهبته . وعلى أية حال ، فاني أؤكد لك أنه مثابر ومجتهد بشكل كبير ويربطه بالعلم حب بالغ .

ان ابني يشمر بتعاسة هائلة حيال تعطله الراهن ، وتتسلط عليه فكرة أنه فاشل في مستقبله العلمي ولن يجد طريقه أبدا . وعلاوة على ذلك فهو يشمر بالأحباط بإحساسه أنه عيب علينا بمواردنا المحدودة .

ولأن ابني ، يا أستاذي العزيز ، يقدر ويهبط شخصكم من بين كل علماء الفيزياء البارزين في عصرنا الحالي ، فانا

أسمح لنفسى أن أناشدكم قراءة هذه المقالة المنشورة بالجريدة ،
أملأ أن تكتب له بضعة سطور تشجيعا له ، كى يستعيد رضاه
بحياته وعمله .

إضافة لذلك ، فإن أمكتك أن تحصل له على وظيفة
كمساعد حاليا أو فى الخريف فسيكون عرفانى وشكرى
بلا حدود .

أطمع أن تفقر لى جراتى بإرسال هذا المکتوب . وأضيف
أن ابنى لا علم لديه بهذه الخطوة غير المعتادة من جانبى » .

ولا نعلم ان كان هذا قد جعل البروفيسور يرد على
الرسالة ، لكن المعلوم أن آينشتين لم يتسلم الوظيفة . وبذلك
زرعت بذرة مفارقة كبرى .

فخلال أيام عام ١٩٠١ الكثيرة وجد آينشتين عزاءه
وملاذه فى الموسيقى . والأهم من ذلك أن الأفكار والتصورات
العلمية تزاحمت على ذهنه . ورغم تزايد قدراته الذهنية
الا أنه أحس بنفسه غريقا بلا حول ولا قوة فى عالم لا مكان
له فيه . لكنه النجدة كانت فى الطريق ، وجاءت فى وقتها
المناسب ، ومرة أخرى كانت من صديقه مارسيل جروسمان
الذى كانت مذكراته الدقيقة عظيمة النفع خلال سنوات
المعهد . لم يقدم جروسمان وظيفة المساعد لآينشتين ، فقد
كان هو نفسه مجرد مساعدا ، لكنه حكى فى بدايات عام
١٩٠١ بحرارة عن متاعب آينشتين وزكاه والد صديقه بقوة
لدى صديقه فريدريك هالر **Friedrich Haller** مدير مكتب
براءات الاختراع فى برن .

استدعى هالر آينشتين للمقابلة ، وسرعان ما تبين نقص المؤهلات الفنية اللازمة لديه . ولكن من خلال اللقاء الذى استمر لساعتين عصيبتين ، أدرك هالر أن لدى ذلك الشاب ما يفوق الأمور الفنية ، وتكونت لديه أسباب قوية للاعتقاد بتمكنه من نظرية ماكسويل ، وهو ما دفع هالر لعرض وظيفة مؤقتة فى مكتب البراءات . ولأنه لم تكن هناك أماكن شاغرة ، ولأن القانون يفرض الاعلان عن الوظائف الخالية ، فقد كان ذلك يعنى التأخير .

وخلال فترة الانتظار كان آينشتين يتميش بشكل حرج على التعليم والتدريس الخاص . ومنذ مايو وحتى يوليو ١٩٠١ حصل على وظيفة مؤقتة كمدرس احتياطى للرياضيات فى المدرسة الفنية فى ونترثور Winterthur . وهناك أكمل مقالة بحثية عن الديناميكا الحرارية وقدمها لجامعة زيورخ توطئة للحصول على درجة الدكتوراه . وأجيزت المقالة أخيرا للنشر فى مجلة « الطبيعة Nature » السنوية . ولكن الأستاذ كلاينر Kleiner رفضها كأطروحة للدكتوراه .

فى ١١ ديسمبر كانت نتيجة محاولته للحصول على الدكتوراه لم تزل غير معلومة ، عندما أعلن فى الصحيفة الاتحادية عن وظيفة شاغرة بمكتب البراءات . وعلى الفور تقدم آينشتين للحصول عليها وكانت : مهندس من الفئة الثانية .

وفى فبراير ١٩٠٢ انتقل للعيش فى برن متكسبا بكل طاقته بالتدريس الخاص . وفى ١٤ مارس أصبح فى الثالثة والعشرين ويحلول الربيع استمر فى ذلك العمل . وبعد مرور أبريل ومايو ويونيو وأخيرا فى ٢٣ يونيو ١٩٠٢ ،

مع قدوم الصيف ، بدأ أينشتين العمل في مكتب الابتكارات السويسري ، كخبير فني من الطبقة الثالثة تحت الاختبار ، براتب سنوي متواضع قدره ٣٥٠٠ فرنك .

أخيرا أصبحت له وظيفة ثابتة ، وسرعان ما برع فيها . وكان سعيدا بتحرره من المناخ الأكاديمي العدائي الذي سبب له الكثير من المعاناة النفسية . ومن خلال معونة صديقه جروسمان وجد المأوى الذي يمكنه من العمل خلال أوقات فراغه في صفاء وبحماس متزايد على أفكاره المتنامية . وفي هذا المأوى غير المتوقع نضجت عبقريته .

وفي عامه الأخير كتب عن تزكية جروسمان له لدى هالر في مكتب البراءات : « كأعظم ما فعله من أجل صديق » . لن يختفى الرجل من قصتنا ، بل على النقيض ، فقد تداخلت مصائر الرجلين بشكل يصعب تصديقه . وسنرى أن جروسمان سيفعل المزيد من أجل أينشتين . وعندما توفي بعد مرض طويل عضال كتب أينشتين خطاب عزاء مؤثرا ، عبر فيه عننا يمثلله جروسمان بالنسبة له :

«تعاودني ذكريات دراستنا في البوليتكنيك . هو الطالب المثالي وأنا الحالمة غير المرتبة . هو على أفضل علاقة بأساتذته يستوعب كل شيء بسهولة ، وأنا المتباعد غير الراضى وغير المحبوب . ولكننا كنا صديقين وكانت حواراتنا كل بضعة أسابيع حول أقذاح القهوة المثلجة في المتروبول من بين أجمل ذكرياتي . ثم انتهت الدراسة وأصبحت فجأة بعيدا عن الكل أواجه الحياة ولا أدرى وجهتي . ولكنه كان بجانبى ، ومع خلاله هو وأبيه تعرفت بعدها بسنوات على هالر في مكتب البراءات . هذا هو ما أنقذ حياتي ، لا أعني أنني كنت أموت يدونها (الوظيفة) ، ولكن لولاها لتجمد نموي الثقافي » .

الفصل الثالث

ارهاصات النبوغ

أصبح أينشتاين قابعا في مكتب البراءات ، لذلك فلا داعي للعودة الى فترة الانتظار في برن . لم البحث في الماضي والمستقبل فيه الكثير . ١٩ .

لم تكن فترة التدريس الخصوصى في برن تعيسة أو فارغة كما تتصور . فقراءة عيد الفصح عام ١٩٠٢ ، وبحلول الربيع اطلع رجل روماني ، موريس سولوفين Morice Solovine ، على اعلان في احدى صحف برن عن دروس خاصة في الفيزياء يقدمها المدعو « ألبرت أينشتاين » مقابل ثلاثة فرنكات للساعة الواحدة . كان سولوفين طالب فلسفة بجامعة برن وكانت له اهتمامات متنوعة . وذهب الرجل لزيارة أينشتاين وأوضح له أن سبب عدم رضاه عن الفلسفة أنها غير ملموسة ، وأنه يرغب في تعلم موضوع ملموس كالفيزياء . ومن ذلك وترا حساسا لدى أينشتاين . تبع ذلك مناقشات حارة دامت قرابة الساعتين ، وعندما غادر الرجل زافقه أينشتاين وتواصل الحديث بينهما في الشارع لمدة نصف ساعة أخرى . وفي اليوم التالي التقى الرجلان في

الدرس الأول ، لكن مناقشات الأمس امتدت لتحل محل
الدرس . وفي اليوم الثالث عبر آينشتين عن أن هذه الحوارات
مع سولوفين أكثر افادة من الدروس التي لا يرى ضرورة لها
في الفيزياء . وعلى هذا الأساس تقابل الرجلان بانتظام .
وسرعان ما انضم لهما كونراد هايشت Konrad Habchit
وهو طالب رياضيات صديق لآينشتين . وشكل الثلاثة فيما
بينهم ما كانوا يسمونه بحب عميق : « الأكاديمية الأولمبية
Olympia Academy » . وكما يتقابل الأصدقاء للعب
الورق تقابل آينشتين ورفيقاه للتحاور في الفلسفة والفيزياء
وفي بعض الحالات الأدب أو غيره مما يعن لثلاثتهم .

وكان آينشتين هو المحرك بشكل مكثف وصاخب . عادة
ما كانت هذه اللقاءات في بيته تبدأ بعشاء بسيط وتمتد
المناقشات الساخنة الحيوية حتى الليل مما يزعج الجيران .
وكان الأصدقاء يقرءون سويا ويحللون أعمالا من الفلسفة
والعلوم ، مما كان له عظيم الأثر على تطور أفكار آينشتين .
ويتطورها حاول أن يجربها على أصدقائه . ورغم أنه ظل
ميالا للوحدة في الأساس ، فقد وجد هنا من هم على
شاكلته . لقد جمعت الأكاديمية الأولمبية بين الجد والمتعة :

في نهاية المطاف أصبح هايشت مدرسا ببلدته
« شافهاوزن » التي درس فيها آينشتين لبعض الوقت . أما
« سولوفين » الذي استقر في باريس ككاتب ومحرر ، فقد
أصبح المترجم المفوض بترجمة كتب آينشتين للفرنسية . ولما
كان هايشت قد رحل من برن عام ١٩٠٤ وتبعه سولوفين بعد
عام واحد ، فقد كان عمر الأكاديمية الفعلية قصيرا . ولكن
الأصدقاء الثلاثة ظلوا على اتصال فيما بينهم واستمرت
الأكاديمية حية في ذاكرتهم .

فى أكتوبر ١٩٠٢ توفى والد آينشتين • مات قبل أن يعرف ما أصبح عليه حال ابنه ، وسيطر على آينشتين احساس بالكآبة وظل يسأل نفسه تكرارا ، لم لم يمت هو نفسه بدلا من أبيه • ولازمه الاحساس العميق بالخسارة • وبالفعل فقد كتب مرة قائلا بأن موت أبيه كان أشد صدمة تعرض لها فى حياته •

لكن آينشتين وجد فى عمله الترياق والسلوان لأحزانه ، وأصبح ذهنه الآن يعج بالأفكار العلمية التى كان مشتغلا بها . قدر امكانه • ففى مكتب البراءات ، على سبيل المثال ، تعلم سريما كيف يؤدى واجباته بكفاءة ، مما أعطاه فرصة اقتناص أوقات ثمينة لاجراء حساباته المختلصة التى كان يخفيها آثما فى درج مجاور اذا سمع وقع أقدام تقترب • وبعد سنوات عديدة ، بعد أن أصبح عالمي الشهرة ظلت هذه الذكريات تؤرق ضميره •

وعندما تزوج آينشتين ميليفيا مارييس عام ١٩٠٣ وكانت من الروم الأرثوذكس ، كان هابيشت وسولوفين هما شاهدى العقد • ورزق بابنه الأول « هانز ألبرت » عام ١٩٠٤ ، والثانى « ادوارد » عام ١٩١٠ • ولكن الزواج لم يكن سعيدا • ورغم ذلك ظل ألبرت وميليفيا صديقين بعد الطلاق •

فى عام ١٩٠٢ كان آينشتين قد أتم بحثه العلمى الثالث ونشر كسابقيه فى نفس المجلة العملية • وفى يناير ١٩٠٣ كتب خطايا بالغ الأهمية لصديق أيام زيورخ ، ميشيل بيرسو ، الذى سبق ذكر زواجه من ابنة جوست وينتلى • وفى معرض ذكر بحثه العلمى الرابع يبين الخطاب لمحة عن المستويات

الرفيعة التي وضعها لنفسه : « يوم الاثنين الماضي سلمت التقرير بعد تغييرات وتعديلات عديدة . وقد أصبح العمل الآن كامل الوضوح شديد البساطة ، وأنا راض عنه تماما » . ويكشف الخطاب أيضا عن آمال آينشتين الأكاديمية في ذلك الوقت . ويبين أيضا حاجسه المستمر : « لقد قررت مؤخرا أن أصبح محاضرا خاصا اذا أمكننى ذلك . ومن ناحية أخرى لن أحصل على درجة الدكتوراه ، وهو مالا يفيدنى كثيرا . لقد تحول الأمر كله الى كوميديا مملة » .

قبلت المجلة البحث الرابع فى حينه ، وتلا ذلك البحث الخامس . وفى عام ١٩٠٤ يبدو أن بعض تطبيقات الابتكارات ، التى كان على آينشتين اختبارها ، قد تضمنت نماذج الآلات أبدية التشغيل ، ولكن عيوبها كانت صعبة الاكتشاف . لكن آينشتين كان يعلم جيدا أنها لم تكن لتعمل فى الأساس ؛ لأن أبحاثه الثالث والرابع والخامس ، تناولت الديناميكا الحرارية ، وهو علم قوى قائم على قانونين أو مبدئين يؤكدان أساسا استحالة بناء آلات أبدية التشغيل . وبشرح أكثر تقنية ، فإن القانون الثانى للديناميكا الحرارية يركز على مفهوم أساسى هو « الأنتروبيا entropy » . ولحسن الحظ فإن معناها لا يعنيننا فى هذا المقام . ولكننا نشير فقط الى أن العالم النمساوى لودفيج بولتزمان Ludwig Boltzman أعطاه تفسيراً مؤسسا على الاحتمالات ، وقد استخدم آينشتين هذا المفهوم بأستاذية فيما بعد . كيف استطاع أن يكتب أستاذيته هذه فى المفاهيم الاحصائية للديناميكا الحرارية ؟ بأفضل طريقة ممكنة : الاستيعاب العميق ، فقد بدأ من أعمال بولتزمان الرائدة وكون لنفسه أفكارا تفصيلية كان الموضوع الرئيسى لأبحاثه الثالث والرابع والخامس . لم يكن يعلم فى

ذلك الوقت أنه ، وان كان بمفهوم جديد ، قد غطى مجالات سبق أن عالجها بولتزمان ، ويعمل عليها وقتها بصورة ما عالم أمريكي هو ويلارد جيبس Willard Gibbs . وهو ما يبين لنا مدى ما بلغه آينشتين من خلال التعلم الذاتي ، لأن بولتزمان وجيبس كانا من عمالقة عصره . والأكثر من ذلك أنه استطاع تخطيهما في تطوير أفكار احصائية معينة .

كانت هذه الأوراق الأولى لآينشتين مجرد بداية ووضع للأساس ، ولم تكتب في ظروف سهلة ، فقد كانت المكتبات العلمية المتاحة أمامه غير كافية بالمرّة ، وأثناء عمله في هذه الأبحاث كان منهمكا في العمل في مراجعة الماير في مكتب البرامات . وفي سبتمبر ١٩٠٤ تغير وضعه الوظيفي من « تحت الاختبار » الى « دائم » .

وفي نفس الوقت ، وبالبحاح من آينشتين ، قبل ميشل بيسو وظيفة في مكتب البرامات . كان بيسو مهندسا إيطاليا ، والأهم من موهبته وسعة معارفه كانت رفته وكرمه . ولأن أفكار آينشتين كانت قد قاربت ذروات المشهودة ، فلقد اعتاد أن يناقشها مع بيسو ليس فقط في المكتب وإنما أيضا في طريق العودة للمنزل . ولكونه ناقدا متعمقا فقد أعانه بيسو على شحذ مفاهيمه . وظل طيلة الوقت ليس فقط مجرد المشجع دائم الحماسة ، وإنما كان الرفيق الذهني المثالي لتنقيح الأفكار في ذلك الوقت . لقد كان آينشتين المرفوض من الوسط الجامعي الأكاديمي محظوظا في أصدقائه الثلاثة : بيسو وهابيشث وسولوفين .

في عام ١٩٠٥ تبلورت عبقرية آينشتين كوردة بديعة ، وكان عاما رائعا يقع من تاريخ الفيزياء على قدم المساواة

مع العام ١٦٦٥/١٦٦٦ عندما أجبر السويام الذى ضرب
انجلترا جامعة كامبردج على اغلاق أبوابها ، مما أدى بنيوتن
الشاب الى ترك الجامعة والعودة الى قريته « ولشتروب
Woolsh trope » ، حيث عمل سرا على تطوير علم حساب
التفاضل والتكامل ، وتوصل الى اكتشافات هامة مع الضوء
والألوان وأصبح على الطريق الذى أدى الى وضع قانون
الجاذبية بعدها بسنوات .

وفى ربيع عام ١٩٠٥ كان أينشتين على معنويات عالية
عندما كتب فى رقة معاتبا هايشت على انقطاع اتصاله :
« مالك أيها التعميس ! لم ترسل لى أبحاثك ؟ ألا تعلم أنى أحد
اثنين يمكن أن يقرأها باهتمام واستمتاع . وأعدك ، فى
المقابل ، بأربعة أبحاث من جانبى .. الأول منها ..
ثورى !! » .

الفصل الرابع

اشراق فجر جديد

كان البحث الأول بالفعل ثوريا . . هل كان النظرية النسبية ؟ كلا . . فلم يحق وقتها بعد . وما نوره هنا هو جزء مما أسماه آينشتين فيما بعد « أعمال موسمية » . وسنبدا بجزء يبدو خفيفا : « اذا قمنا بتسخين كتلة من الحديد ، فانها تسخن وتزداد سخونتها باستمرار التسخين ، ثم تبدأ بعدها فى التوهج . وبزيادة التسخين يصبح الوهج أكثر بريقا ثم يتحول الى اللون البرتقالى ثم الأصفر وسريعا الى لون أبيض ذى زرقة باهتة . قد يبدو كل ذلك شيئا عاديا ، غير أنه ينطوى على شيء محير بحق ! »

كيف يمكن للعلماء وضع معادلة رياضية تصنف توهج الحديد فى درجات الحرارة المختلفة ؟ أحد الوسائل المتاحة أمامهم هو قياس التوهج ولونه ووضع النتائج فى رسوم بيانية ، بحثا عن علاقة رياضية واضحة تسترعى الانتباه . وبفرض امكان ذلك ، فهو ليس كافيا . انهم يرغبون فى استنباط معادلة رياضية مما يعرفونه بالفعل عن تغيرات الحرارة والضوء والمادة » .

ما الذى يعرفونه بالفعل ؟ هذا يتوقف على الحقبة نفسها . ففي الجزء الأخير من القرن التاسع عشر كانوا يعرفون عددا من القواعد والمفاهيم المتداخلة بجمال وتعمل بشكل مرض للغاية . لكنها لم تأت بسهولة . وهناك الكثير مما يقال عنها . فلنقتطف بعضا منه عن أهم انجازاتهم .

ولنأخذ الضوء على سبيل المثال . ففي القرن السابع عشر توصل نيوتن لنظرية عن الضوء والألوان ، أدت الى كل البيانات التجريبية البصرية المعروفة فى عصره . وقد تصور أن الضوء عبارة عن تيار من الجزيئات ، كل منها له نوعية من النبضات يتحدد اللون على أساس معدلها .

أما معاصره عالم الطبيعة الهولندى كرسطيان هايجنز Christian Hygens ، فقد كانت له نظرية مختلفة تماما . ان الضوء عنده لا ينتشر فى صورة تيار من الجزيئات ، وانما على شكل موجات . ولأن نظرية نيوتن فى الجزيئات تفسر عدة ظواهر ، فقد كتب لها السيادة .

ولكن أتى القرن الجديد بأحداث هامة ، بداية من عام ١٧٩٩ . فقد توصل عالم الطبيعة والطبيب البريطانى ، والذى أصبح فيما بعد عالما مصريات ، توماس يونج Thomas Young الى دلائل قوية لاقت قبولا واسعا ، على صحة نظرية الموجات فى الضوء . وبدون التعرض للتفاصيل فان الفكرة العامة تسترعى الانتباه . فقد بين أن تداخل حزمتين من الضوء يولد ظلاما ، بمعنى أنه اذا سقط الضوء من مصدر ضئيل على شاشة ، واعترض مساره حاجز ذو ثقبين دقيقين ، فإنه ينتج حزما متعاقبة من الضوء والظلام على الحاجز . كيف يمكن للضوء عندما يتداخل مع ضوء آخر أن ينتج حزما

من الظلام ؟ لم يكن هناك تفسير مناسب لذلك فى نظرية تيار الجزيئات • أما فى نظرية الموجات فلا تمثل المناطق المظلمة أية مشكلة ، لأنها هى البقع التى تتلاقى فيها قمة موجة مع قاع الموجة الأخرى ، فتتلاشيان • وقد أطلق يونج على ذلك ظاهرة « تداخل الموجات interference » ويطلق على حزم الضوء والظلام « حروز التداخل interference fringes » .

ومن الجدير بالذكر أن يونج دافع عن نظرية الموجات فى الضوء ، دون أن ينتظر التفسيرات الموجية لأى من التأثيرات الضوئية المعروفة • وكالمادة عندما تتعرض أفكار راسخة للتفنيد فقد تعرضت أعماله لهجوم قاس • ولكنه بعد اثنتى عشرة سنة وجد حليفا قويا فى عالم الفيزياء الفرنسى أوجستين فرسnel Augustin Fresnel ، الذى دافع بشكل مستقل عن نظرية التداخل واكتشف المزيد من الدلائل التى تهدم نظرية الجزيئات •

وتصاعدت الدلائل بسرعة ، حتى انه خلال عقد واحد أسقطت نظرية الجزيئات تماما • وكانت التجربة الفاصلة هى قياس سرعة الضوء فى الماء • وحسب قوانين نيوتن فان السرعة فى الماء أعلى منها فى الهواء بينما تنص نظرية الموجات على العكس • وقد أظهرت التجارب أنها بالفعل أقل •

لم ينته الأمر عند هذا الحد • فقد جاء المزيد من التأكيد على نظرية الضوء من مصدر غير متوقع • ففى عام ١٨١٩ اكتشف عالم الفيزياء الدنماركى هانز كريستيان أورستيد Hans Christian Orsted العلاقة الخاصة بين الكهرباء والمغناطيسية ، وبين أن مرور تيار كهربى فى سلك يؤثر على ابرة مغناطيسية • وقد استطاع العالم الفرنسى أندريه

مارى آمبير Andre Marie Ampere تحليل ذلك التأثير رياضيا وتجريبيا ببراعة وتفصيل ، حتى انه اعتبر « نيوتن الكهرباء ومغناطيسية » .

فى نفس الوقت تمكن المحرّب الانجليزى مايكل فاراداي Michael Faraday من تحقيق اكتشافات عملية بارزة فى الكهرباء والمغناطيسية . ولكونه ذاتى التعليم الى حد بعيد ويفتقر الى التمكن من الرياضيات ، لم يستطع تفسير هذه النتائج كما فعل آمبير . وكان ذلك من حسن الطالع ، فقد ادى الى ثورة فى العلوم . فقد ركز آمبير ورفاقه على الأشياء المنظورة ، المغناطيسات ، الأسلاك التى تحمل تيارا كهربيا ، وما الى ذلك . وكذلك على عدد السنتيمترات التى تفصل بين أجزائها . وكانوا يسرون على هدى من مفاهيم الحركة التى تطورت خلال سنوات من النجاح الساحق لنظام نيوتن فى الميكانيكا وقانون الجاذبية . ولكن فاراداي اعتبر تلك الأشياء المنظورة ثانوية . أما الأحداث الفيزيائية الهامة فهى تقع فى المحيط أى « المجال » . وقد تخيل أنه ملء بقرون استشمار تبين حركاتها التأثيرات الالكترومغناطيسية الملاحظة . ورغم أنه استطاع بهذه الطريقة أن يفسر تجاربه الالكترومغناطيسية ببساطة مذهشة ودقة عالية ، الا أن الفيزيائيين الذين كانوا على دراية بالرياضيات اعتبروا أن هذه المفاهيم ساذجة رياضيا .

ولكن أحد القلائل الذيق لم يفعلوا ذلك كان الفيزيائى الاسكتلندى جيمس كلارك ماكسويل James Clark Maxwell . وقد أدرك ماكسويل أن مفاهيم المجال لفاراداي ، والتى تبدو بدائية ، لها مضمون رياضى قوى . وقد وثق ضمنيا فى حدس

فاراداي ، وكان حدسه هو أيضا قويا بنفس الدرجة . وقد
أوصله لعدة معادلات غاية في التناسق والجمال . ونتيجة
لهذا التماثل توصل الى وجوب وجود الموجات
الكهرومغناطيسية ، وأن هذه الموجات تنتقل بسرعة الضوء ،
وأن لها ، من بين خصائص أخرى ، كل الصفات التي أعطاها
يونيغ وفرسنييل لموجاتهما الضوئية لتصلح للتجربة العملية .
لذلك ، فقد أعلن أن الموجات الضوئية وتلك الكهرومغناطيسية
هما شيء واحد .

كان ذلك في الأعوام ١٨٦١ - ١٨٦٤ ، الا أن نظرية
ماكسويل فشلت ، رغم أنها لقيت تجاوبا واسما ، في اكتساب
القبول العام خلال حياته ، وذلك بسبب مفاهيم التماثل التي
أثارت السداجة الفيزيائية . وتوفي عام ١٨٧٩ ، نفس
العام الذي ولد فيه آينشتين . ولم تتأكد نظريته الا عام
١٨٨٨ . في ذلك العام تمكن العالم الألماني هنريش هيرتز
Heinrich Hertz من توليد ما نسميه الآن موجات الراديو
واكتشافها كهرومغناطيسيا ، وبين بتفاصيل لا تقبل الجدل
أن خصائصها كما تنبأ ماكسويل . وبهذا ثبتت معادلات
ماكسويل أخيرا . وبعدها بعام أو اثنين قال هيرتز : « ان
نظرية الموجات في الضوء من وجهة النظر البشرية هي
حتمية » . فموجات الضوء ما هي الا موجات الكهرومغناطيسية
ذات ذبذبات أو تردد واقع في نطاق ضيق ، وتعتمد الألوان
على هذه الترددات . وخارج هذا النطاق الضيق من الترددات
لا يكون الاشتعاع الكهرومغناطيسي مرئيا بشكل مباشر . ففي
الترددات العالية تكون ما يعرف بقسوق البنفسجية ، وفي
الترددات الأعلى هناك أشعة X وأشعة جاما . أما في

المستويات الأقل من الترددات فهناك الاشعة تحت الحمراء والاشعاعات الحرارية وعلى المستوى الأقل موجات الراديو . وهذه صورة هامة من التوحيد . فالاشعاعات المتنافرة المتباعدة عند ارتباطها معا تعتبر أعضاء من عائلة كبيرة من الظواهر الكهرومغناطيسية ، وهي تتصل بعلاقة قرابة مع مغناطيسية ابرة البوصلة التي استرعت انتباه أينشتين في سن الخامسة .

يكفى هذا القدر عن الضوء والمغناطيسية في الوقت الحالي . والآن ماذا عن الحرارة ؟ لقد تحدثنا عنها توا ، ولكن كان الحديث عن الحرارة في صورة اشعاع . وللعديد المتوهج حرارة داخلية أيضا ينظر اليها حاليا كذبذبات مجهرية داخلية ، وهي بالاضافة للاشعاعات ، أحد الأشكال العديدة للطاقة .

قصة الحرارة وتطور علم الديناميكا الحرارية طويلة ومعقدة ولق نتعرض لقدر كبير منها . وهذا ظلم للمجددين ذوى الجراءة الذين وضعوا الأساس لهذا العلم برغم المعارضة القوية من الفيزيائيين . ولكن كتابنا هو عن أينشتين ، وهو يقف في انتظار دوره للدخول ، والذي لم يحن بعد . باختصار ، وضع المنظرون خاصة ماكسويل وبولتزمان نظرية للغازات ، تتكون من جزيئات متصادمة في حركة فوضوية وان طاقة هذه الحركة ، كشأن طاقة الذبذبات الداخلية للمواد الصلبة هي حرارة . والآن ، فلنتقف الى العام ١٩٠٠ لنتحدث عما حفز أوراق أينشتين الأولى الشهيرة عام ١٩٠٥ .

وفي برلين في أكتوبر عام ١٩٠٥ سيمع الفيزيائي الألماني البارز ماكس بلانك Max Blank أخبارا مزعجة .

وكان كالعديد من يحاول تفسير توهج الجسم الأسود الساخن، وهو صورة مثالية للحديد الساخن . وقد عاون في السنوات التي سبقت ذلك على استنباط معادلة من المبادئ الفيزيائية، تبين القدر الموجود من كل لون في توهج الحديد ، أو بمعنى أكثر فنية ، كم من الطاقة الكلية للاشعاع ينتمي لكل ذبذبة . وأول من توصل لمعادلة الاشعاع في «الأجسام السوداء» كان العالم الألماني الفيزيائي فيلهيلم فين Wilhelm Wien ، والذي حصل على جائزة نوبل عام ١٩١١ . وقد اجتازت هذه المعادلة التجارب العملية ، ولكن رجال المعامل أبلغوا بلانك بأنها تصلح للذبذبات المنخفضة وغير قابلة للتطبيق في الذبذبات الأعلى من حد معين . ما العمل ؟ استطاع بلانك من خلال المناورة الرياضية البارة ايجاد معادلة جديدة لاشعاع الأجسام السوداء . وقد صمدت هذه النظرية للتجارب العملية حتى الآن .

ولأنه توصل للمعادلة بحيلة رياضية ، وجد بلانك نفسه أمام مهمة التوصل لها من خلال مبادئ الفيزياء . وكانت الأسابيع التالية ، حسب قوله في خطاب قبول جائزة نوبل التي حصل عليها بعد ثمانية عشر عاما ، الأشد اجهدا في حياته كلها . وبحلول ديسمبر كان لديه الحل . ولكن لنر إذا ما كان حلا جادا . لنفرض أن بلانك قال ، وبكل جدية ، ان الأراجيح يمكنها أن تتأرجح في أقواس محددة الطول ، ٣ أقدام أو مضاعفاتها ، أما الأطوال الأخرى ، ٤ أقدام ، $\frac{1}{4}$ قدم ، فمحظورة . ستقول ان هذا هراء بالتأكيد . الا أن ذلك ، على المستوى المجهرى ، كان جزءا مما تعين على بلانك افتراضه من أجل التوصل لاستنباط المعادلة . بمعنى آخر ، كان عليه أن يفترض أن هذه الترددات المجهرية لا تنير الطاقة

بسلسلة ونعومة ، ولكن بدفقات من كميات خفية وهو ما أسماه « الكوانتا *quanta* » أو « الكم » . وكان عليه أيضا أن يفترض أن النسبة بين الطاقة والتردد ثابتة ، وقد أسماها « *h* » وتسمى الآن « ثابت بلانك » ، وأصبحت افتراضاته الكمية علامات غير مسبوقة في تاريخ العلوم .
لقد غيرت الفيزياء .

ولكن علينا ألا نترك النظرة الداخلية تسيطر على رؤيتنا . في عام ١٩٠٠ لم يكن بلانك راضيا عن افتراضات الكم والتي وصفها فيما بعد بأنها « تصرف يائس » . ورغم المأخذ على العمل إلا أنه قدمها في ١٤ ديسمبر عام ١٩٠٠ للجمعية الفيزيائية الألمانية في محاضرة طبع في ما بعد ، وأرسل نسخة مطورة منها إلى « حوليات الفيزياء » ، حيث نشرت عام ١٩٠١ ولكنها قوبلت بصمت مهذب . وقد حاول بلانك في السنوات التالية بلا نجاح استنباط معادلة خاصة بالأشعاع بوسائل غير معتادة . لم يحاول التخلص من « *h* » لأن هذا الجزم تحديدا كان لا بد منه وجوده . بل إنه بالفعل كان موجودا بصورة ضمنية في معادلة « فين » المعيبة .

منذ أواخر عام ١٩٠٠ وحتى عام ١٩٠٥ ، ظل مفهوم الكم عاطلا ، فلم يكن في العالم كله في تلك السنوات إلا رجل واحد يمكنه أن يجرؤ على الإيمان بها . وكان ذلك الرجل هو أينشتاين الذي أدرك بسرعة أهمية أعمال بلانك . وفي ١٧ مارس عام ١٩٠٥ بعد عيد ميلاده السادس والعشرين بثلاثة أيام أرسل لمجلة « حوليات الفيزياء » أول أبحاثه الأربعة التي كتب عنها لهايشت ، والتي قال عنها أنها « ثورية جدا » .

وتبدأ الورقة بملاحظة بالغة البساطة تنفذ مباشرة الى قلب المشكلة . فقد أشار الى وجود تناقض أساسى بين الطريقة التى ينظر بها المنظرون الفيزيائيون الى المادة ونظرتهم للاشعاع . فقد اعتبروا المادة مكونة من جزيئات ، ولكن نظريات ماكسويل لكونها نظريات مجال اعتبرت الاشعاع شيئا سلسا ومستمرًا معا ، لهذا تتصادم النظريات التقليدية ولا يمكن تحقيق الانسجام بينها بسهولة . وأثبت آينشتين رياضيا أن التعارض بينهما حتمى لابد منه .

ما الحل ؟ كان آينشتين مدركا للانتصارات الضخمة التى حققتها نظرية الموجات الكهرومغناطيسية للضوء ، ولكنه كان يعلم أيضا قصورها فى بعض المواضع . لهذا اقترح بجرأة ، كفرضية للعلم ، أن ينظر للضوء باعتباره مكونا من جزيئات .

ولم يكن ذلك ضربة عشوائية من هاو ، فلم يكن آينشتين ليجرؤ أن يعلن مثل هذه الفكرة الجريئة بلا أسباب قوية . لنستعرضها ؛ لنرى على الأقل احساسه الغريزى بكل ما هو أساسى . لقد كان عليه أن يمضى بشجاعة وحذر معا وسط هذه المتاهة ، معتمدا على ما يثق فيه من ركائز . وقد اعتمد على معادلة « فين » المعبية للأجسام السوداء ، والتى رآها تفى بالغرض . وبدون أن يلزم نفسه بأى ميكانيزم معين ، مثل ما اقترحه بلانك ، كان ذلك أسلم كثيرا . وقد نقل عن « فين » معادلة عن أنثروبييا الاشعاع ، وقام بمقابلتها بمعادلة « فين » عن الأجسام السوداء . وبين أن أنثروبييا الاشعاع تتخذ شكلا رياضيا مطابقا لشكل الغازات ، وبالتالى فهو مكون من الجزيئات . ثم بمقابلة معادلة بولتزمان الاحتمالية عن « الأنثروبييا » أظهر آينشتين أن نسبة الطاقة الى الذبذبة

للجزيئات الضوئية هي بالتحديد القيمة التي استخدمها
بلانك في القفزات الكمية .

لنا أن نتصور ما كان يتمتع به أينشتين من معارف
فيزيائية عميقة وحس نافذ راسخ ، وهو ما مكّنه من اختيار
هذه الأساسيات فقط والتي أدت الى هذه النتائج العظيمة .
كان على علم بالاعتراضات العديدة التي سيثيرها علماء
الفيزياء على مقترحاته . ورغم ما سببته فرضيات بلانك من
مشاكل فقد كان أينشتين ينشر عدوى التصور الكمى الى
الضوء نفسه . وقد فسر السلاسة التي بدت فى معادلات
ماكسويل بأنها خداع السرعة ، بالضبط كما تبدو صور
الماء المتلاحقة فى شريط سينمائى كمدو متصل . لكنه كان
يعمل جيداً ، ولم يكن بإمكانه تفسير الموجات الماكسويلية
التي أثبتتها هيرتز بصورة قاطعة ، أو التجربة الحاسمة عن
سرعة الضوء فى الماء ، أو ، اذا ما عدنا للمبادئ ، أدلة
التداخل القوية المعارضة نظرية جزيئات نيوتن التي وضعها
يونج وفرسزل ، وبدأت قبل قرن تماماً من ظهور فكرة بلانك
الجوهرية .

وهناك توازٍ مدهش بين يونج وأينشتين . فعندما
استخدم يونج فى البداية حجج التداخل - الضوء يلغى
الضوء - فى مواجهة نظرية الجزيئات السائدة ، كان يعرف
أنه لا يعلم ما يمكنه عمله لمواجهة الصعوبات التي تواجه
نظرية الموجات ، غير أن ذلك لم يثنه عن غزوه لأنه أدرك أن
نظرية نيوتن عن الجزيئات كانت عرضة للنقد . وقد أثبتت
التطورات اللاحقة جراته . وبعد قرن من الزمان ، وفى
مواجهة نظرية الموجات المسيطرة ، ظل أينشتين أيضاً صامداً

امامها لأنه مع ظهور الدلائل الجديدة ، أيقن أن ماكسويل
أيضا معرض للنقد .

وهنا نحى آينشتين جانبا ، بصفة مؤقتة ، كل المشكلة
التي تحوط « كوانتا » الضوء ليستطيع التركيز على المزايا
الممكنة لفكرته . وبين أنها ليست مما يمكن الاستخفاف به ،
خاصة في المواقع التي يتفاعل فيها الضوء مع المادة ، وهي
مواطن ضعف نظرية ماكسويل . وبين أن في كوانتا الضوء
تفسير أحد التأثيرات المعروفة والمتعلقة بمصاييح الفلورسنت .
وفيها أيضا تفسير لأحد التأثيرات الملاحظة عند مرور الأشعة
فوق البنفسجية خلال الغازات . والأكثر من ذلك أنه طبق
فكرته على انبعاث الالكترونات من المعادن بواسطة الضوء ،
وهي الظاهرة المعروفة بالتأثيرات الكهروضوئية .

وهذه الأخيرة على جانب كبير من الأهمية . فقبل ثلاث
سنوات كانت هناك تجارب رائدة أجراها الفيزياء الألماني
فيليب لينارد Philipp Lenard عن التأثيرات الكهروضوئية ،
وشدد على أن نتائج تجاربه تتعارض بشكل حاد مع ما هو
متوقع على حسب أساسيات نظرية ماكسويل . على سبيل
المثال فإن زيادة تردد موجات الضوء تزيد من طاقة
الالكترونات المنبعثة ، وهي حقيقة لا تتوافق مع نظرية
ماكسويل . وبين آينشتين أن كوانتا الضوء تفسر ببساطة
شديدة تلك النتائج المحيرة التي توصل اليها لينارد . ولناخذ
تأثير تغيير الذبذبة ، على سبيل المثال . ان سقوط الضوء على
سطح معدني يعنى سقوط كوانتا الضوء عليه ، وحيث ان
نسبة الطاقة / الذبذبة ثابتة فكلما زادت الذبذبة ارتفعت
الطاقة المحتواة بها ، وزادت أيضا قوة الصدمة التي تحدثها

كوانتا الضوء عند ارتباطها بالالكترونات • ولا عجب عندئذ
فى أن تزداد طاقة الالكترونات المنبعثة بزيادة تردد موجات
الضوء • وأمكن أيضا تفسير التأثيرات المعيرة بنفس السهولة ،
وتمكن أينشتين من استنباط معادلة كهروضوئية غاية فى
البساطة ، فى الوقت الذى كانت فيه نظرية ماكسويل عاجزة
تماما عن تقديم أية تفسيرات ، بل لقد تخطت النظرية
الكهروضوئية ما كان معروفا من التجارب آنذاك •

تلك كانت باختصار فحوى بحث أينشتين ، ولنختتم هذا
الفصل بالنظر لما بعد عام ١٩٠٥ •

لم يستقبل الفيزيائيون فكرة أينشتين بترحاب ، بل على
العكس • فقد توصل بلانك وغيره من كبار الفيزيائيين
بسهولة لاعتراضات هامة على مفهوم كوانتا الضوء ، ولحسن
الحظ كان لدى أينشتين المزيد من أفكار ميكانيكا الكم •
ولقيت نظرياته عن الحرارة الداخلية كطاقة حركية
للجزيئات المتصادمة من الغازات والذبذبات الداخلية للمواد
الصلبة ، نجاحا كبيرا • ولكنها واجهت ، حتى فيما قبل عام
١٩٠٠ ، مصاعب جمة كادت تودى بها • وأنقذها أينشتين
فى عام ١٩٠٧ ، وأعلن أنه واثق من صحة فكرة بلانك وأنه
يجب تطبيقها على كل أنواع الذبذبات الداخلية بلا استثناء •
وبين كيف لميكانيكا الكم أن تقدم الحل لهذه المصاعب •
وآزال ، بشكل خاص ، التناقضات التجريبية المرتبطة بحرارة
الذبذبات الداخلية للمواد الصلبة ، واستنبط علاقات متشابهة
تأكدت تجريبيا ومعليا فيما بعد • وكنتيجة لأبحاث أينشتين
فى الكوانتا بدأ الفيزيائيون فى الاعتداد بفكرة « بلانك »
وبدءوا فى تطبيقها بنجاح جنباً الى جنب مع أينشتين • ولكم

«كوانتا» الضوء التي وضعها أينشتين لم تلق حماسا لديهم ، وحاول الاخصائيون اختبار معادلته الكهروضوئية - لكنه التجارب كانت صعبة ، وحتى أواخر عام ١٩١٣ لم تكن النتائج حاسمة - في ذلك العام قام بلانك ومجموعة متميزة من العلماء بكتابة تزكية هامة عن أينشتين ، ورغم أنهم تحدثوا عن انجازاته بعبارة فخمة ، الا أنهم كانوا أسفين لفكرته عن كوانتا الضوء -

أما الأمريكي روبرت ميليكان Robert Millikan ، وبعد أن استطاع قياس الشحنة الكهربائية للإلكترون ، فقد كان يبحث عن مجالات جديدة يربطها - وبحكم طبيعته كان يبحث عن مشكلة صعبة - وقرر البحث في التأثيرات الكهروضوئية ، وأنفق سنوات عشر في العمل في هذه المهمة رغبة منه في إثبات أن نظرية أينشتين غير المعقولة لا تتفق مع التجارب - ولكنه لديه شغفه البالغة توصل الى توافق بديع - غير أنه عندما نشر النتائج النهائية في عام ١٩١٦ ظل غير قادر على قبول الفكرة الثورية لكوانتا الضوء - على أنه كان من الواضح ضرورة أخذ نظرية كوانتا الضوء في الاعتبار ، رغم ما تثيره من مشاكل غير عادية - ان نظرية أينشتين القابع في مكتب الابتكارات عام ١٩٠٥ كان لها من وضوح الرؤية ما فاق بها كل معاصريه - وهو قد أعطى جزئ الضوء اسم «الفوتون» - ولكن ذلك لم يحدث الا بعد بضعة وعشرين عاما من ظهور الفكرة - وقد حصل ميليكان على جائزة نوبل في عام ١٩٢٨ - وعندما حصل عليها أينشتين في عام ١٩٢١ كان عمله الوحيد الذي نص عليه صراحة في الاعلان هو اكتشافه لقانون التأثيرات الكهروضوئية -

مفارقة أخيرة • لقد اكتشف هنريش هيرتز التأثير
الكهروضوئي خلال نفس التجارب التي أكدت توقعات
ماكسويل ، وأدت الى قيام هيرتز بتأكيد نظرية الموجات في
الضوء *

الفصل الخامس

ضجيج حول الذرة

« لن أحصل على الدكتوراه أبداً ... لقد مللت هذه الكوميديا » • كانت تلك كلمات أينشتين لبيسو عام ١٩٠٣ ، وهي تقفز للذاكرة حين نتحدث عن عام ١٩٠٥ •

مع بين الأبحاث الأربعة التي ذكرها أينشتين لهايشت ، فإن الثانية هي أقلها أهمية • ويبدو أنه أتمها بعد الأولى بأقل من شهر واحد ، ثم أرسلها لجامعة زيورخ كمشروع أطروحة لنيل الدكتوراه ، وقد رفضها البروفيسور كلاينر بحجة أنها موجزة أكثر مما ينبغي ، وهو نفسه الذي سبق أن رفض أطروحة أينشتين الأولى التي قدمها عام ١٩٠١ • وعلى الفور أعاد أينشتين تقديمها بإضافة جملة واحدة ، فقبلت ، وعليه حصل على الدكتوراه في ظل ظروف أدت إلى أن يظل أميناً لروح كلماته المريرة لبيسو • ولدينا ما يحمل على الاعتقاد بأنه فكر في الاقتراض من بيسو لطباعة الأطروحة • وتظهر الكلمات التالية بعد الغلاف الرسمي الذي يحمل عنوان الرسالة : « مهداة إلى صديقي الدكتور مارسيل جروسمان » • وللأسف ! ، فإن هذا الرمز للعرفان تعرض للحذف عند طبع الرسالة عام ١٩٠٦ في مجلة « حوليات الفيزياء » •

وأنت فكرة هذا البحث أينشتين وهو يشرب الشاي •
نحن نعلم أننا إذا وضعنا قطعة من السكر في الماء ، فإنها
تذوب وتتلاشى فيه ليصبح الشاي أكثر لزوجة • لكن من
الصعب أن نحس ما استطاع أينشتين أن يستنبطه من ذلك •
ولننظر ما الذي استطاعت عبقريته استخلاصه من ذلك الماء
المحلى •

كمادته ، اتجه نحو الأساسيات • باعتبار أن الماء أحد
الموائع اللاهيكلية ، وأن جزيئات السكر هي كرات صغيرة
صلبة ، من هذا المثال البسيط استطاع إجراء حسابات لم تكن
ممكنة من قبل ، وبعد جهد كبير توصل الى معادلات تبين كيف
تتلاشى الكرات ، وكيف أن وجودها يرفع من اللزوجة •

وهنا تأتي المفاجأة ، بتطبيق النظرية أوجد أينشتين
معدلات التلاشى واللزوجة الفعلية للسوائل في الماء والسكر ،
وأدخل هذه الأرقام في معادلاته • فماذا كانت النتيجة ؟ من
ناحية توصل الى ما وعد به في عنوان الرسالة « تحديد جديد
لأحجام الجزيئات » وفي حالة السكر كانت حوالي عشرين من
المليون من البوصة ، وهو ما كان بالنظر للظروف التي أجري
فيها البحث ، دقيقا بدرجة كبيرة •

ولم يكن هذا كل شيء ، فقد قدر ما يسمى « عدد
أفوجادرو Avogadro's number » ، وهو عدد جزيئات أى غاز
في حجم معين تحت ظروف قياسية محددة •

وليس لنا أن نتصور أن أينشتين أول من توصل لهذه
القيمة ، فقد كانت هناك بالفعل بعض التقديرات البارة ،
مبنية على سبيل المثال على خواص الغازات ، ولكن لم يكن من
بينها حتى حينه ما هو مبنى على خواص السوائل والمحاليل •

ولعدد أفوجادرو أهمية خاصة حيث يمكن عند معرفته التوصل مباشرة لمعلومات مثل كتلة الذرة ، وكان أول من أوجد قيمة موثوقا فيها لهذا الرقم الهام هو «ماكس بلانك» ، وقد وجدها فى موضع غير متوقع ، فى قياسات اشعاع الأجسام السوداء . فقد توصل لها فى بحثه عن « نظرية الكم » . وهو انجاز اعتبره كل من بلانك وأينشتين انجازا أساسيا .

ولكن ، كيف يمكن ايجاد قيمة كهذه من توهج الأجسام السوداء ؟ . لا علاقة بين الموضوعين بالمرة .

من الصعب أن نصف مدى تداخل الفروع المختلفة للعلوم . ولنأخذ على سبيل المثال معادلة بولتزمان الاحتمالية عن الأنتروبيا . فلأنه قد بناها على أساس النظرية الجزيئية للغازات ، فهى تحوى رقما هاما يسمى « ثابت الغاز » وهو يظهر عند حساب كل صور الأنتروبيا ، سواء للغازات أو غيرها .

علينا أن نكتفى بهذه المعجالة ، لكى نسرع الخطو للملاحظة اكتشافات أينشتين . ففى أقل من شهر واحد من تسليم ورقة (السكر) ، أرسل بحثه الثالث الى ذات المجلة ، وهو بحث شهير بحق .

تتحدث شقيقته « مايا » عن أيام خوال ، لتحكي عن سعادة أينشتين الصغير عندما يدخن غليوننا طويلا أهداه له والده . وتكتب أنه كان يحب مشاهدة سحب الدخان بأشكالها المجيية ، ويدرس حركة جزيئات الدخان والعلاقة بينها .

ويبدو أن ذلك ما ألهم أينشتين البحث الثالث . ولننظر للنخط العام للمسألة ، والخلاصة المفاجئة . للمرة الثانية

يدرس فكرة الكرات الصغيرة الصلبة في السوائل . ولكن السائل هذه المرة له هيكل جزيئي ، والكرات ضخمة نسبيا ، في حجم الجسيمات الدقيقة للدخان ، مما يمكن رؤيته تحت الميكروسكوب .

وطبقا للنظرية ، فان الحرارة الداخلية هي طاقة الحركة ، وتكون جسيمات السائل في حالة من الهياج التصادمي . وفي أبحاثه السابقة أعاد أينشتين إحدى نتائج بولتزمان : تؤدي حالة التصادم في خليط من المواد الى طاقة هياجية ، وفي المتوسط تتوزع هذه الطاقة على الجزيئات بالتساوي بصرف النظر عن كتلاتها .

لم يقتصر الأمر على الجسيمات ؟ ففيما يتعلق باقتسام الطاقة اعتبر أينشتين أن الجزيء والجسيم متشابهان ، رغم أنهما بالطبع مختلفان ، فنحن نعلم مثلا أن كرة البيلياردو لا تتحرك بنفس سرعة كرة البنج بونج حتى تحصل على نفس طاقتها الحركية ، وبالمثل ، فان الجسيم سيكون سرعته أدنى بكثير من سرعة الجزيء لنفس طاقة الحركة . ولكن حركة الجسيمات أبعد ما تكون عن البساطة . خذ مثلا جسيما في حالة سكون ، محاطا بالجسيمات الأخرى من كل الجوانب . فلنا أن نتوقع أنه بسبب أن التصادمات متساوية حوله من كل الجهات ، فانها بذلك تكون في حالة السكون تلك . ولكننا بذلك نتجاهل القوانين الاحتمالية ، وقد بين أينشتين أنه بسبب هذه الاحتمالات ، فان حركة السكون المشار اليها لا تكون خالصة ، بل تكون على هيئة تذبذب عشوائي يمكن رؤيته تحت المجهر .

وبسبب نقص البيانات ، لم يكن أينشتين متأكدا من أن هذه الحركة التي تنبأ بها هي نفسها ما يسمى « الحركة

البراونية » التي كان أول من لاحظها عالم النباتات الاسكتلندي روبرت براون ، ونسبت له ، عام ١٨٢٨ . ولكنه كان متأكدا أنه اذا ما صدقت النظرية الجزيئية للطاقة الحرارية ، فان مثل هذه الحركة لا بد لها من أن تحدث . ولم يكن يعرف أن عالم الطبيعة الفرنسي م . جوى M. Gouy قد توصل عام ١٨٨٨ الى أن الحركة البراونية هي بالفعل شكل مع أشكال الحرارة ، ولا أن عالم الطبيعة البولندي ماريان فون سمولوكوفسكى Marian von Smoluchowski ، توصل الى نفس النتيجة أيضا عام ١٩٠٦ .

وتعميق الحركة العشوائية تلك قياس سرعات الجسيمات بطريقة مباشرة ، فهل من وسيلة لوضع النظرية تحت اختبار كمي دقيق ؟ توصل أينشتين الى طريقة مبتكرة ، فقد بين أنه بعد مدة تتحول هذه الحركة الى حركة نزوح بكميات مختلفة ، وأن عملية النزوح هذه هي في الأساس عملية الذوبان والتلاشي التي درسها في حالة السكر والماء . وبمقارنة النتائج استطاع ايجاد المعادلة التي يبحث عنها ، وبواسطتها أمكن قياس قيمة متوسط النزوح ، وهو مرتبط بمعدلات التلاشي وكذلك بنظرية الجزيئات .

ولكن كفانا من التفاصيل ، لنقفز للنقطة الهامة ، اذا كانت النظرية صحيحة ، فان الحركة الاضطرابية للجسيمات تعتبر حرارة ، وعليه يجب أن تنطبق عليها قوانين الحرارة التي تحكم الحركة العشوائية للجزيئات ، أي أنها ستعرض نظرية الجزيئات عن الحرارة بمقياس يعطى في الواقع دليلا مرئيا على الافتراضات الجزيئية نفسها . ولم تثبت التجارب اللاحقة صحة معادلة أينشتين فقط ، بل من خلال ذلك أظهرت

أن كمية هامة تحكم الحركة البراونية لها نفس القيمة
العددية لمثيلتها فى النظرية الجزيئية للغازات .

كان لذلك أهمية خاصة ، ولذا لنترك آينشتين يبين
السبب من خلال « ملاحظات السيرة الذاتية » :

« كان هدفى الرئيسى . . . هو ايجاد حقائق تؤكد بقدر
الامكان وجود الذرات ذات الحجم الدقيق المحدد . . . وقد
أدى التأكيد المعملى للقانون الاحصائى للحركة البراونية ،
مرتبطا بتحديد بلانك للحجم الحقيقى للجزيئات من قانون
الاشعاع الى اقناع المتشككين ، وكانوا كثيرين فى ذلك
الوقت ، (أوستفالد وماخ) بحقيقة الذرة » .

وبذلك نصل الى ذروة الأحداث ، فبقبول فكرة الذرة ،
ننهى فصلنا . وما يلى هو مجرد تذييل : فباخ هو عالم
الطبيعة النمساوى الذى كانت لآرائه فى مواضيع علمية
أخرى تأثير بالغ على آينشتين ، فماذا عن المتشكك الثانى ؟
انه ويلهلم أوستفالد ، عالم الطبيعة والكيمياء الألمانى ،
الذى كتب له والد آينشتين عام ١٩٠١ بلا جدوى ، ومن
الأخبار السعيدة أن نسجل أنهما قد أصبحا صديقين يحمل
كل واحد للآخر كل تقدير .

الفصل السادس

أوقات أفضل

فى المجلة العلمية « حوليات الفيزياء » عام ١٩٠٥ نجد عنوانا شهيرا «حول الديناميكا الكهربائية للأجسام المتحركة» ، وهو أيضا عنوان الورقة الأخيرة من الأوراق الأربع التى ذكرها أينشتين فى خطابه لهايبشت ، ومعها نصل أخيرا الى النسبية .

وقد ذكر أيضا فى خطابه أنها مجرد مسودة ، ولا عجب فى ذلك ، فالأحداث كانت متلاحقة بسرعة مذهلة ، فقد وصل البحث الأخير للمجلة بعد خمسة عشر أسبوعا فقط من الورقة « الثورية جدا » عن الطاقة الكمية للضوء ، وفيما بينهما أتم أينشتين أطروحة الدكتوراه وبحثه عن الحركة البراونية ، وكل ذلك أثناء عمله لوقت كامل فى مكتب براءات الاختراعات . فلا عجب أنه شعر بالاجهاد عند انتهائه من بحث النسبية .

أين أنا ؟ وكيف أتحرك ؟ هذه الأسئلة هى جذور النسبية . وهى تحمل الكثير من المفاجآت - ولنتخيل تأثير هذه الأسئلة على مشاعر الرجل البدائى حتى فى أحلامه : كوايبس عن ضياعه فى غابة وهروبه فى دعر على غير هدى

من أخطار غير منظورة ، ثم الارتياح عند الاستيقاظ ليجد نفسه داخل كهفه ، وقد وجد اجابة عن تلك الأسئلة •

ولكن الاجابة مبسطة بصورة مبالغ فيها • فماذا عن البشر الأكثر تحضرا ، والذين اعتقدوا في كون فيه الأرض ثابتة ، تدور حولها كافة الأمور ، المادية منها والروحية ؟ لقد وجدوا هم أيضا اجابة مغالى في تبسيطها • فقد نادى كل من كوبرنيكس وكبلر وجاليليو بأفكار منحرفة ، عن الأرض المتحركة ، ومن ثم فقد اتبرى لهم رجال الكنيسة لقمع هذا التجديف ، ذلك أن الأرض المتحركة يهبط بقدرها الى مجرد كوكب منزو في أرجاء الكون ، فأين المأمن اذن ؟ أين ذلك الكهف الآمن ؟ وكيف تكون الحركة ؟

لقد اعتقد البشر ولفترة طويلة ، ومن بينهم المبجلان إفلاطون وأرسطو ، أن السماوات تخضع لقوانين مختلفة عن تلك التي تسود الأرض ، ولهم في ذلك أسباب وجيهة ، فالأجرام السماوية تتحرك بانتظام ، بينما الأجسام فوق الأرض مألها السقوط •

ولكن في عام ١٦٨٧ أتم نيوتن كتابه « Principia » ، ومعناه « المبادئ » ، أعظم الكتب العلمية في التاريخ ، وفيه ربط بين السماوات والأرض في تكامل رائع ، التفاحة والقمر ، فكل الأشياء الأخرى في العالم المادى تخضع لنفس القوانين البسيطة في مسارها المجدد كجزء من آلة كونية هائلة •

كانت قوانين نيوتن موجزة وقليلة بشكل مدهش : ثلاثة قوانين للحركة ، وقانون التجاذب بين الأجسام • وخلال هذه القوانين تعرض للحركة والسكون ، الحركة والسكون بالنسبة لماذا ؟ بالتأكيد ليس بالنسبة للأرض المتحركة ، فقد

كان يضع قوانين للكون بأسره ، وليس للأرض فقط ، وقد أدرك بعبقريته أن القوانين التي تحكم الكون ، يجب أن تكون لها ملامح كونية .

لقد تصور بجرأة فراغا مطلقا بلا حدود ولا خصائص ، وأعلن أنه غير قابل للحركة ، وتحدث عنه فيما بعد بأنه تابع مع الله السرمدى . وأوجد أيضا فكرة الوقت المطلق ، وقال انه يسرى بشكل منتظم ، وانه أيضا تابع من الوجود الالهى . وبفرض وجود الفراغ المطلق ، أمكن الحديث كونيا عن الثبات والحركة المطلقين ، وبفرض وجود الوقت المطلق ، أمكن بيان هل الحركة منتظمة أم لا . ومن الاثنين أمكن الرد على السؤال الكوني ، أين أنا ؟ وكيف أتحرك ؟

وإذا فكرنا مليا ، يمكن بسهولة أن نرى أن هذا نوع من الهراء . هل الفراغ المطلق الخالي من الخصائص يمكن اعتباره مقياسا قياسيا ، يحدد به الموضع والحركة ؟ أليست الساعة الخاصة بنظام ما ، حتى وان كانت غير دقيقة ، تضبط الوقت لنظامها الخاص ؟ وكيف لا يكون سريان الوقت المطلق صحيحا بصفة مطلقة اذا لم يكن لدينا سواه كمقياس لمقارنة سريانه ؟

لا بأس ، فأساسيات العلم دائما تكون متاهات . ولم يكن نيوتن بالرجل الساذج ، فقد كان مدركا تماما لما يفعله ، وكان عليه أن يبدأ من نقطة ما ، وكانت قدرته على افتراضه للوقت والفراغ المطلقين عملا عبقريا فذا . صحيح أن عمله تعرض لنقد عنيف وفورى من القس والفيلسوف الأيرلندى جورج بركلي George Berkeley ، والفيلسوف الألماني عالم الرياضيات جوتفريد ليبنيز Gottfried Leibniz الا أن التجاح

هو أبلغ حجة كما يقال . ومن ثم فقد تلاشت تلك الانتقادات وسادت عقيدة الوقت والفراغ المطلقين بسبب الشهرة العلمية الذائعة لنيوتن ، حتى أنهما أخذتا صفة البدهيات العلمية . وبعد قرنين من الزمان ، أى فى القرن التاسع عشر تعرضت للنقد مرة أخرى من مآخ ، ولكنها أيضا لم تسقط ، فقد كان نيوتن أستاذا فى البناء ، وقد بنى نظامه الميكانيكى ليدوم ويبقى .

ومنى بين الاستنباطات العديدة المستمدة من قوانينه التى أوردها مؤلفه العظيم ، نورد فيما يلى الخامس منها :

« حركة الأجسام داخل مركبة هى ذاتها سواء أكانت المركبة فى حالة السكون أم الحركة بسرعة منتظمة ، أى بسرعة ثابتة فى خط مستقيم » .

ويعنى ذلك ، وهو ما يتفق مع تجاربنا فى الحياة ، أنه داخل مركبة تسير بسرعة منتظمة ، لا تأثير لتلك الحركة على حركة الأجسام داخلها ، بمعنى أننا فى الحركة المنتظمة لا نستطيع تحديد حالتنا مع حيث السكون أو التحرك .

وليس هناك من يعارض أنه فى حالة سيارة متحركة ، فإن المناظر الخارجية المتحركة وتيار الهواء يكشفان عن حركة السيارة ، حتى ولو كانت منتظمة . ولكن نيوتن هنا يتحدث كونيًا مع الثبات المطلق والحركة المطلقة بالنسبة لفراغ مطلق بلا خصائص . فلنتخيل أنفسنا فى مركبة مجهزة علميا تتحرك بسرعة منتظمة فى مكان ما من الفراغ المطلق ، وعلينا أن نجيب على التساؤل : « كيف نتحرك ؟ »

أول ما يتبادر الى الذهن هو أن نراقب العلامات على الطريق ، مثل القمر والنجوم . ولكن ما فائدتها لنا ؟ انها

مثل المناظر المتتابعة والتيار الهوائي المندفِع ، تعطينا الحركة النسبية فقط (٢) ، والفكرة المثالية هي القيام بتجارب طبقا لقوانين الميكانيكا داخل السيارة ذاتها ، لقياس حركتها المطلقة . هنا يبدو مدلول الاستنباط الخامس لنيوتن ، والذي يقول اننا نضيع وقتنا هباء ، وأن التجربة مكتوب عليها الفشل ، وكل ما يمكن الكشف عنه هو الانحراف عن الحركة المنتظمة (٣) ؛ ولكن الحركة المنتظمة المطلقة لا يمكن قياسها بطرق فيزيقية .

وعليه فان التجربة والمبدأ لا يتفقان في نظرية نيوتن ، ففي الواقع العملي لا يمكن أن يكون الثبات والحركة المنتظمة مطلقين ، وهذا ما أعلنته قوانين نيوتن نفسها ، ومع ذلك فقد وضعها في فراغ وزمن مطلقين .

دعنا لا نتوقف لنرى كيف تعامل نيوتن مع هذا الموقف المحير . ولكنه برفض نظرية جسيمات الضوء لنيوتن ، والنظر اليه كموجات ، تغير الموقف ، ذلك لأنه اذا كان الضوء ينتشر في موجات ، فان الكون كله لابد وأن يكون مملوءا بشيء ، أطلق عليه الأثير ، تسرى خلاله تلك الموجات ، ويتحرك بحرية مطلقة خلال المادة . وفيما عدا ما يحمله من موجات ضوئية ، فهذا الأثير يمكن اعتباره في حالة ثبات مطلق . ويعنى ذلك أنه بالرغم من الاستنتاج الخامس لنيوتن - والذي يطبق على الآلات الميكانيكية - فإنه بإجراء تجارب ضوئية يمكن قياس الحركة بالنسبة للأثير ، ويمكن اعتبارها بالتالى حركة مطلقة .

(٢) لأنها هي ذاتها متحركة - (المراجع)

(٣) بانحراف المركبة عن الخط المستقيم ، أو بالتغير في سرعتها - (المراجع)

وبالفعل نشط رجال التجارب لقياس الحركة المطلقة للأرض منذ عام ١٨١٨ ، أو بمعنى أدق ، حركتها النسبية بالنسبة للأثير ، باستخدام الضوء . ولكن النتائج كانت غير متوقعة بالمرّة ، فلم تظهر التجارب المبكرة أى أثر لمثل هذه الحركة ، أو لتيار الأثير .

وقام فرزنل بمحاولة ليعادل من أثر هذه النتائج السلبية ، بافتراض عبقرى مفاده أن بعضا من الأثير يظل مختزنا فى المادة ، مع تدفق البعض الآخر بحرية خلالها . ولكن هذه الفرضية تضمنت تناقضا صارخا ، اذ يتطلب كل لون مقدارا مختلفا من الأثير المحتبس ، وهو ما يجافى المنطق . ولكنه لا ينقص من عبقرية فرزنل ، بل على العكس يؤكدنا . لأنه كما تبين فيما بعد ، لقد كان يتلمس طريقه بالحدس نحو شيء ينتمى للنظرية النسبية ، وخارج النموذج النيوتونى .

نتحدث الآن عن المنظر الهولندى البارز ، هندريك أنطون لورينتز Hendrik Antoon Lorentz الحاصل على جائزة نوبل عام ١٩٠٢ ، والذي أدخل فى أواخر القرن الماضى تحسينات هامة عن النظرية الالكترومغناطيسية لماكسويل ، ومن خلال ذلك توصل الى معادلة فرزنل بلا تناقض داخلى ، ومع أثير ثابت بصورة مطلقة ، عدا ما يتخلله من تموجات كهرومغناطيسية .

وكان كل شيء مهيئا ليكون على ما يرام ، لو لم يقترح ماكسويل فى العام الأخير من حياته ، طريقة جديدة لقياس حركة الأرض خلال الأثير بوسائل ضوئية . وكان تنفيذها يتطلب دقة تفوق ما كان متاحا آنذاك ، ولكنها نظريا كانت

متفوقة على معادلة فرزنل ، والتي على أساسها تفشل كل الوسائل الضوئية الأقل دقة .

ولكن ماكسويل كان متشائما ، اذ لم يتوقع البراعة التجريبية لعالم الطبيعة الأمريكى الألمانى ألبرت ميكلسون Albert Michelson ، والذي حصل على جائزة نوبل عام ١٩٠٧ ، فهو قد استطاع باستخدام بارع لظاهرة التداخل الموجى أن يجعل التجربة ممكنة فى عام ١٨٨١ ، ثم أعادها بعد ذلك مع زميله مورلى El. W. Morley بدقة أكبر عام ١٨٨٧ .

وتجربة ميكلسون - مورلى مشهورة تماما ، ولا تحتاج لشرح مفصل فى هذا المقام . وهى تبحث عن تأثير حركة الأرض على سرعة الضوء . فإذا ما تحركت الأرض خلال الأثير الساكن ، وتدفقت رياح الأثير خلال المختبر ، وأرسل شعاع من الضوء فى اتجاه تدفق الأثير وسقط على مرآة ثم ارتد متحركا ضد حركة الأثير ، فإن الحسابات تبين أن الفرق بين زمن رحلة الذهاب يزيد قليلا عن زمن العودة . ومن ذلك يمكن قياس سرعة الأرض خلال الأثير . ورغم التحسن المطرد فى دقة التجربة ، فإن ميكلسون خاب أمله فى اكتشاف الفرق ، ولذلك اعتبرها تجربة فاشلة ، وتحدث عنها بأسف عام ١٩٠٢ .

وباعتبارها محاولة لقياس الحركة المطلقة للأرض فقد كان الفشل هو المصير المؤكد لها ، ولكن فى فشلها هذا يكمن نجاحها الأكبر . وهذا ما أدركه القلائل القادرون على فهم مضمون نتيجتها . لقد افترض ميكلسون أن النتيجة تعنى أن الأرض تحمل أثيرها المحلى بالكامل معها . وقد برز العديد من الأسباب النظرية والعملية التى تنفى ذلك الفرض .

وظلت المشكلة مواجهة للعلماء ، اذا كان الأثير موجودا ،
فلماذا لا يظهر أثره ؟

وقد توصل العالم الايرلندى فيتزجيرالد G. F. FitzGerald
وفيما بعد بشكل مستقل لورينتز ، لتفسير ذلك ، بأن الأشياء
تنقبض فى اتجاه حركتها خلال الأثير بالمقدار اللازم لمعادلة
النتيجة السالبة للتجربة . وكلما زادت السرعة خلال الأثير ،
زاد مقدار الانقباض المطلوب .

ولم يلق هذا التفسير التعسفى حماسا كبيرا لدى الكثير
من العلماء ، ولم يكن عالم الرياضيات الفرنسى الكبير ،
والمنظر وفيلسوف العلم ، هنرى بوانكاريه Henri Poincaré
راضيا عن هذا الوضع ، فقد اعترض على هذه الطرائق
التلفيقية فى التفسير ، تفسير فرزنل بالأثير المحتبس ، ثم
تفسير فيتزجيرالد ولورنتز بالانقباض للأبعاد ، فماذا لو
أظهرت التجارب الأكثر دقة مزيدا من النتائج غير المتوقعة ؟
هل نستمر فى اضافة افتراضات أخرى توضع خصيصا
لمواجهة الموقف الجديد ؟ وقام لورينتز ، مدفوعا بانتقادات
بوانكاريه ، بمحاولة للتوفيق بين معادلات ماكسويل والنتائج
غير المتوقعة لتجربة ميكلسون - مورلى ، وأيضا التجارب
الأخرى التى أجريت ولم تكن متصورة بعد . وفى عام ١٩٠٤
تمكن ، وبعد جهد كبير ، من حل المعضلة الرياضية . ولا تعنينا
التفاصيل كثيرا هنا . لقد كانت المشكلة هى الحفاظ على
معادلات ماكسويل بلا تغيير عند التحول من مركبة ساكنة
فى الأثير الى أخرى متحركة بسرعة منتظمة بالنسبة له .
ولتحقيق ذلك استخدم لورينتز ، من بين أشياء أخرى ،
الأطوال المتكسفة . ولكنه لم يتجح تماما فى الحفاظ على
معادلات ماكسويل ، فقد ظل عمله مشوبا بشائبة صغيرة .

فى نفس الوقت تقدم بوانكريه بملاحظات نفاذة • فعلى سبيل المثال ، فى عام ١٨٩٥ ، فى نفس الوقت الذى كان فيه آينشتين ذو الستة عشر ربيعا يتسائل عن الشكل الذى تكون فيه الموجة الضوئية اذا ما تحركنا معها بنفس السرعة ، تحدث بوانكريه فى شىء من التردد ، ومنذ ١٨٩٩ بثقة أكبر ، عما أسماه « مبادئ النسبية » • وقد قال نفس ما قاله الاستنباط الخامس لنيوتن : لا يمكن تحديد الثبات المطلق أو الحركة المنتظمة • وقد أدرك بوانكريه بدقة تنبئية مدهشة ، ومن خلال مفردات نظرية ماكسويل ، أن قوانين نيوتن لا بد وأن تتغير بشكل جذرى • وبالفعل ، يجد المرم توقعات مدهشة لأفكار ونتائج النظرية النسبية ، متفرقة فى كتابات بوانكريه •

وفى يونيو من عام ١٩٠٥ ، متزامنا مع آينشتين ، أرسل بوانكريه ورقتين لمجلات علمية كل منهما بعنوان « حول ديناميكية الإلكترون » ، اعتمد فيهما تماما على بحث لورنتز عام ١٩٠٤ ، وكانت الورقة الأولى مذكرة قصيرة أزال ما علق بعمله من شائبة ، والثانية تحتوى على تفاصيل رياضية لما قام به • ولم يكن آينشتين يعلم بالطبع بأبحاث بوانكريه التى لم تنشر بعد ، كما لم يكن على علم بأعمال لورنتز عام ١٩٠٤ • وبالفعل ، كانت طريقة آينشتين مختلفة تماما ، بالاضافة الى أنه حقق تحويل معادلات ماكسويل دونما أية شائبة •

يمكن أن نجد كل المعادلات الرياضية الأساسية لبحث عام ١٩٠٥ لآينشتين عن النسبية فى ورقة لورنتز لعام ١٩٠٤ ، وفى ورقتي بوانكريه ، وكلتاهما تحمل تاريخ ١٩٠٥ ، رغم أن أحدهما ، وهى الأكثر أهمية ، لم تظهر

الا فى عام ١٩٠٦ . وهذا التماثل بين هذه الأعمال أمر ليس مستغربا ، فالتسبية مرتبطة بشكل وثيق بمعادلات ماكسويل ورياضيات انتشار الموجات . ولقد توصل عالم الطبيعة الأيرلندى المولد جوزيف لارمور Joseph Lamor عام ١٨٩٨ الى التحويل الرياضى الذى هو أساس النسبية ، وهى المعادلة التى أسماها بوانكاريه « تحويل لورنتز » ، وقد توصل اليها بناء على معادلات ماكسويل ، كما توصل أيضا الى تحويل مماثل العالم الألماني فولدمار فويجت Woldemar Voigt فى دراسة عن حركة الموجات عام ١٨٨٧ .

سيبوسوللأسف ! فلا بد أن نورد هذه التفاصيل ، لأن التماثلات الرياضية قد أدت ببعض الناس للاعتقاد بأن اسهام آينشتين كان هامشيا ، وهو ليس صحيحا بالتأكيد . ولكن من العدل أن نضيف بأن المرء يجد ضمن كتابات بوانكاريه الكثير من الأفكار ، وعند التعمق فيها يدهش المرء من اخفاقه فى اتخاذ الخطوة الهامة التى تؤدى به الى التوصل للنظرية النسبية التى كان قريبا منها للغاية .

بعد هذه المقدمة الطويلة نقبل على بحث آينشتين « حول الديناميكا الكهربية للأجسام المتحركة » . والتركيز هنا أمر مطلوب للغاية ، كما أنه لن يكون بلا عائد مجز .

متأثرا بالحقائق الصارمة التى تأبى وجود آلات تتحرك الى ما لا نهاية ، تطلع آينشتين لمبدأ مقارن لهذه الاستحالة . ولكن المفتاح الحقيقى لنظرية النسبية جاء بشكل غير متوقع . فبعد سنوات من الحيرة ، استيقظ ذات يوم ، وجلس فى سريره ، وقد اكتملت الصورة فجأة فى ذهنه . لقد اتخذت الحلقة الأخيرة من اللغز مكانها بشكل طبيعى ، أعطته الشقة . ولكنة أيضا كان واثقا فى عمله

الرائد حول كوانتا الضوء ومفرداتها غير المتوقعة فيما كان يبدو لثغزا محيرا ، ومع ذلك فقد أثار ما أثار من ضجة •

لا بد وأنه أدرك أنه يكتب لكل العصور ، ولكن يبدو أنه كان يدون حساباته على قصاصات من الورق ، يتخلص منها بعد أن يرسلها للمجلة العلمية ، أو قد يستخدمها لحسابات أخرى على الوجه الخلفي لها • ولهذا فإن الأصول لأعماله لم تعد موجودة ، ولكنها طبيعة الرجل •

نتعرض الآن لمحتويات الورقة التي كتبها عام ١٩٥٥ حول ما أصبح يطلق عليه فيما بعد « النظرية النسبية الخاصة » • ونلاحظ أولا أن آينشتين لم يذكر بشكل خاص تجربة ميكلسون - مورلي ، فلم يكن محتاجا إليها في قضيته ، والأكثر من ذلك أنه يتجاهل اقتراحه الوارد في الورقة المعدة قبل أسابيع فقط بأن الضوء يتكون بشكل ما من « وحدات من الكوانتا » •

يبدأ البحث بملاحظة التعارض المتعلق بلب المسألة في تمييز نظرية ماكسويل بصورة تعسفية بين الثبات والحركة • فيورد آينشتين مثالا : عندما يمر مغناطيس وحلقة بجوار بعضهما البعض يسرى تيار كهربى فى الحلقة • فإذا كانت الحلقة هى المتحركة والمغناطيس ساكن ، تقدم النظرية تفسيرا ممتازا ، وإذا ما كان العكس ، تقدم أيضا تفسيرا ممتازا ، ولكن على أساس فيزيقى مختلف ، رغم أن التيارات المحصورة هى نفسها •

وبإثارة الشكوك حول الثبات والحركة عند ماكسويل ، عززها آينشتين بإعلانه « فشل المحاولات لاكتشاف أية حركة للأرض بالنسبة للأثير » ، ولذا فقد وضع بديهية « الاستحالة » ،

والتي تنص على استحالة اجراء تجربة من أى نوع يمكن بها استشعار الثبات المطلق أو الحركة المنتظمة ، وأن الفرضية الخامسة لنيوتن سارية لكل مجالات الفيزياء ، فكل الظواهر تبين أن هذه الفرضية ، والتي يسميها آينشتين « مبدأ النسبية » مقنع تماما . ويسارع باضافة مبدأ ثان ، أهم ما يميزه أنه بدوره مقنع تماما ، وبهذين المبدأين المتواضعين يمهّد المسرح لانقلاب ثوري .

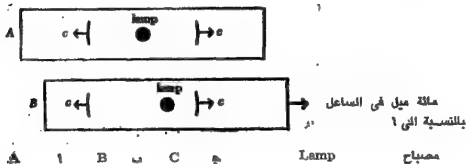
ينص المبدأ الثانى على أن الضوء ينتقل فى الفراغ الخالى بسرعة محددة «ح» ، لا تعتمد على سرعة مصدره . قد يبدو هذا القول غريبا ، ذلك لأنه اذا نظرنا الى الضوء باعتباره مكونا من جسيمات ، فمن الطبيعى أن نقول ان سرعاتها تعتمد على حركة مصدرها . ولكن من وجهة النظر الموجية للضوء ، فان هذا المبدأ يصبح تحصيل حاصل ، فبصرف النظر عن كيفية بدء الموجة ، فهى ما ان تنطلق حتى يحملها الأثير بالسرعة التى ينقلها بها الأثير . واذا كانت المسألة بهذا الوضوح ، فلم اعتبرها آينشتين مبدأ ؟ لأنه قال فى مقدمة البحث ان ادخال الأثير ليس ضروريا . أرأيت مثل هذه الجسارة ؟ فهو لم يكذب ينتهى من الاتجاه فى بحثه (الثورى) الى أن الضوء مكون من جسيمات ، اذا به يؤسس مبدأه الثانى على الطبيعة الموجية للضوء ، ومع ذلك يعلن أن الأثير ليس ضروريا . ونجد فى كل هذا اشارة واضحة على صدق حدسه الفيزيائى .

ان لدينا مبدأين غاية فى البساطة ، كل منهما له وجهاته ، ويعمل بذلك صورة البراءة ، لاعتماده على ما هو واضح ، فما وجه الخطورة فى ذلك ؟ وأين التهديد بالانقلاب الثورى ؟

يقول آينشتين في بحثه ان المبدأين متناقضان ظاهريا .
متناقضان ؟ أين يكمن التناقض ؟ وظاهريا ؟ ما الذى يدور
بخلده حقا ؟

انتبه جيدا ، فالأمر يستحق ، ولكننا نحذرك من البداية ،
فمع استرسالنا مع منطق آينشتين ، سنجد أنفسنا نهز
رؤوسنا موافقين ، وشيئا فشيئا يغالبنا الناس لفرط
وضوح وبساطة ما نسمع ، وحين لا نملك أنفسنا من
التثاؤب ، ستكون اللحظة الحاسمة قد حلت ، لأن جمال منطق
آينشتين يكمن في براءته الظاهرية .

لنتصور مركبتين متماثلتين ، مجهزتين تماما ، (أ) و(ب) ،
في حركة منتظمة كالشكل المبين ، وأنهما موجودتان في
الفضاء بعيدا عن أى مؤثرات خارجية ، ولهما حركة نسبية
منتظمة ، لنقل انها ١٠٠٠٠ ميل في الثانية مثلا . وانه
يوجد مصباح في منتصف كل مركبة . وعندما تتحاذى
المركبتان تومض كل منهما للحظة ، مرسلات ومضتين لليمين
واليسار . ويبين الشكل هذه الومضات والمركبتين في لحظة
تالية ، وللسهولة فقد رسمنا المركبة (أ) كما لو كانت في
حالة ثبات .



وهنا يبرز سؤال ، فوفقا للمبدأ الثانى لاينشتين ، فان سرعات الومضات الضوئية لا تعتمد على حركة مصدرها ، ولهذا فمن الاهمية بمكان أن تظل هذه الومضات متحاذية كما هو مبين . ويقوم قائد المركبة (أ) بقياس سرعاتها الى اليمين واليسار لايجاد القيمة (ح) لكليهما . بينما يقوم قائد المركبة (ب) بنفس الشيء داخل مركبته . لدينا الآن مركبة (ب) تتحرك بسرعة ١٠٠٠٠ ميل فى الثانية بالنسبة للمركبة (أ) ، بينما تظل الومضات متحاذية ، والسؤال الآن ، ما هى القيم التى سيحصل عليها (ب) بالنسبة لنفسه ؟ بسبب حركته بالنسبة لـ (أ) ، فاننا نتوقع أنه سيحصل على قيمة ح + ١٠٠٠٠ بالنسبة للومضة المتجهة يسارا و ح - ١٠٠٠٠ بالنسبة للمتحركة يمينا .

واذا كان الأمر كذلك ، فان ذلك يتعارض مع المبدأ الأول لاينشتين ، كيف يكون ذلك ؟ لأن قائدى المركبتين يقومان بتجارب داخلية متماثلة ، ولأنهما فى حركة منتظمة ، فلايد أن يحصلا على نفس النتائج ، وبالتالى يجب أن يجد أن الومضتين سرعتهما هى (ح) . وفى الواقع ، مهما حاول أن يزيد قائد المركبة (ب) من سرعته للحاق بالومضة المنبعثة من (أ) ، فانه سيجدها تتباعد عنه بنفس السرعة (ح) ، وتصبح محاولته أشبه بمحاولة الوصول للأفق ، كلما تحركت تجاهه زاد عنك اعتمادا ، وبنفس السرعة . فليس لجسم مادي أن يتحرك بأسرع من سرعة الضوء . وهذه النتيجة المذهلة كانت هى اجابة تساؤل آينشتين ذى الستة عشر ربيعا .

ولما كانت هذه النتيجة مذهلة ، فيمكن النظر اليها من زاوية أخرى ، ولو على الأقل لنقنع أنفسنا أنها تتفق مع

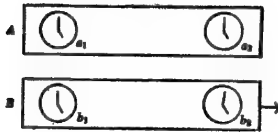
مبدأى آينشتين • لنفرض أن قائد (أ) قد وجد سرعتى الومضتين هـى (ح) ، وأن قائد (ب) وجدتهما بالفعل ح+١٠٠٠٠ و ح-١٠٠٠٠ ، هنا يحق للأول أن يستنتج أنه فى حالة سكون ، وللثانى أنه فى حالة حركة منتظمة ، وهذا يناقض مبدأ النسبية •

عندما يجد الفرد العادى نفسه أمام مبدأين متعارضين ، فانه سرعان ما يحاول التخلي عن أحدهما ، ولكن آينشتين قد اختار مبدأيه بدقة ، لكونهما يمثلان لب الموضوع ، واستطاع بجراته أن يحافظ عليهما • فكون كل منهما مقنعا تماما ، يعطى نظريته أرضا راسخة ، ولم يكن ليقيم بنيانه على زمال متحركة •

يمكن أن نفهم الآن لماذا وصف آينشتين المبدأين بأنهما متناقضان • ولكنه قال أيضا ان هذا التناقض ظاهرى ، بمعنى أنه سيقوم بالتوفيق بينهما ، فكيف ؟

هنا تأتى المرحلة الحرجة فى الجدل ••• ومن الواضح أن الملاج يجب أن يكون جذريا • ففى هذا الصباح التاريخى لمع ذلك الخاطر فى ذهنه ، وهو جالس على فراشه ، وهو أن علينا أن نتخلى عن احدى أفكارنا الراسخة عن الزمن •

ولتفهم فكرة آينشتين الثورية حول الزمن علينا أن نعود للمركبتين ، ونكلف قائديهما بمهمة جديدة • سنوف نثبت أربع ساعات ، س ١ ، س ٢ ، س ٣ ، س ٤ فى المركبتين كما هو مبين فى الشكل • وللسهولة نفترض أن المركبات طولها ملايين الأميال ، ليكون الحساب بالدقائق بدلا من أجزاء الثوانى •



A 1 B ب a1 ١ س a2 ٢ س b1 ٣ س b2 ٤ س

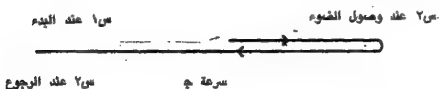
10,000 miles per second relative to A عشرة آلاف ميل بالنسبة الى ١

ويرسل قائد (١) ومضة من س ١ الى س ٢ ، حيث ترد
فورا الى س ١ ، ويتحرك الضوء من س ١ عندما كانت العقارب
تشير الى منتصف النهار ، ويصل الى س ٢ ليجد الوقت ٣
دقائق بعد انتصاف النهار . لا نستطيع التأكد من كون
الرحلة قد استغرقت ثلاث دقائق بالضبط ، فقد تكون احدى
الساعتين غير مضبوطة بالنسبة للآخرى ، ومن ثم يجب أن
نزامن بينهما . فكيف نفعل ذلك ، نفرض أن الضوء يرتد الى
س ١ وعقاربها تعلن أربع دقائق بعد منتصف النهار ، سنعلم
على الفور أن الساعتين غير متزامنتين ، حيث ان زمن رحلة
الذهاب ثلاث دقائق ، بينما زمن رحلة العودة دقيقة واحدة ،
عندئذ نحرك عقارب الساعة س ٢ دقيقة واحدة للخلف ، فنجد
أن الضوء قد استغرق دقيقتين في كل من رحلة الذهاب
والعودة ، ونعلم أن الساعتين متزامنتان . وهنا اذا وقع حادث
بالقرب من الساعة س ١ وهي تشير للرابعة والنصف مثلا ،
ووقع حادث آخر بالقرب من الساعة س ٢ وهي أيضا تشير
للرابعة والنصف ، نعلم أن الحدثين متزامنان .

وبينما يضبط قائد (أ) ساعتيه ، يراقبه قائد (ب) يدهشة بالغة ، لأنه بالنسبة اليه فان (أ) يتحرك باتجاه اليسار بسرعة ١٠٠٠٠ ميل في الثانية ، لذلك فرغم أن الضوء يتحرك يمنا ويسرة مسافات متساوية في المركبة (أ) ، ورغم أن (أ) يرى أن الضوء يقطع مسافات متساوية جيئة وذهابا على الوجه التالي :



فان (ب) يراها قد تحركت مسافات غير متساوية ، كما هو موضح في الشكل التالي :



لذا يحق لقائد (ب) أن يتوصل الى أن مسافتي الذهاب والعودة غير متساويتين ، ولكن الضوء يستغرق نفس الزمن في قطعهما وفقا للساعتين س١ و س٢ - اذن فالساعتان مع وجهه نظر (ب) غير متزامنتين - وب نفس المنطق يرى قائد (ب) أن ساعتيه متزامنتان ، ويراهما قائد (أ) غير ذلك .

الى أى جانب ننحاز ؟ الفرضية الأولى لاينشتاين مبدأ النسبية ، تضع الاثنين على قدم المساواة ، ولهذا نخلص معه الى أن الاثنين محققان .

وهنا تكمن المبقرية • حيث ينظر أينشتين لهذا الخلاف ليس كخلاف سطحي ، بل كأحد خصائص الزمن نفسه • لقد سقط المفهوم النيوتوني للزمن المطلق الثابت • فالوقت عند أينشتين من طبيعته أن التزامن بين الأحداث المنفصلة نسبي • فالأحداث متزامنة بالنسبة لـ (أ) ، ولكنها غير ذلك بالنسبة لـ (ب) ، والعكس بالعكس • قد يبدو هذا غريباً على عقولنا ، ولكن علينا أن نتقبله ، ونتقبل معه المزيد من الصدمات ، لأن الزمن مفهوم أساسي ، وأى اهتزاز فيه يعنى انهيار هيكل العلم بأكمله •

خذ الطول مثلاً ، وهو مفهوم أساسى آخر ، ولنفرض أن قضيباً يمر أمام المركبتين ، وأن كل قائد يراقب طرفيه لحظياً ، وحيث أنهما مختلفان من ناحية التزامن ، فإن كل واحد سيتهم الآخر بأنه لم يلحظ الطرفين فى نفس اللحظة ، وأنه لذلك قد أخطأ فى حساب الطول • وبشكل عام سيجد الاثنان أنهما مختلفان فيما يتعلق بالطول أيضاً •

ولست هناك نهاية لذلك ، فالسرعة ، والعجلة ، والطاقة ، كل ذلك وأكثر منه يعتمد على الزمن والمسافة ، وبهذا يتغير نسيج العلم برمته •

ما العلاقة بين القياسات التى قام بها كل من (أ) و (ب) عن الزمن والفراغ ؟ أو بين تلك التى يقوم بها أى اثنين فى مركبتين تتحركان حركة نسبية منتظمة ؟ كمادته بحث أينشتين مع أبسط علاقة رياضية يمكن استنباطها من مبدأه ، ولم يكن ما استخلصه سوى تحويل لورنتز ، وهو ما لم يكن على علم به بكل تأكيد •

باستخدام هذا التحويل استخلص المزيد • ورغم بساطة
 الفرضين اللذين وضعهما ، إلا أن تداعياتهما المنطقية تعصف
 باللب • وعلى سبيل المثال ، وكما بين أينشتين ، فإن (أ) يجد
 ساعة (ب) أبطأ من ساعته ، بينما يجد (ب) نفس الشيء
 بالنسبة لساعة (أ) • كنا نتوقع أن يجد (ب) ساعة (أ) أسرع
 من ساعته ، ولكن كلا منهما سيجد ساعة زميله أبطأ من
 ساعته هو •

ونستعيد هنا اقتراح فيتزجيرالد ولورنتز القاضى بأن
 الأشياء تنكمش فى اتجاه حركتها خلال الأثير • وقد توصل
 أينشتين الى نفس المعادلة حول قيمة هذا الانكماش ، ولكن
 من واقع نظرية أينشتين فإن هذا التأثير متبادل • كذلك ،
 سيجد (أ) أن المتر القياسى لدى (ب) أقصر مما لديه ، بينما
 يرى (ب) نفس الشيء بالنسبة للمتر لدى (أ) • وليس من
 شيء يكشف عن الشجاعة الثورية لأفكار أينشتين من مقارنتها
 بأفكار سابقه ، لورنتز وبوانكاريه • لقد كان لدى ثلاثتهم
 تحول لورنتز ، متضمنا تلك التداعيات المدهشة ، ولكن عند
 تفسيرها لم يجرؤ أى من لورنتز وبوانكاريه على اعطاء مبدأ
 النسبية الثقة الكاملة • فالمسألة لديهم توقفت عند حالة أن
 يكون (أ) فى حالة سكون ، اذ ينكمش الطول الخاص بـ (ب) •
 ولم يتعرضا الى حالة أن يجد (ب) نفس الشيء بالنسبة لـ (أ) •
 فقد افترضنا ضمنا أنه سيجده أطول • أما بالنسبة للساعات،
 فلم يتعرض أحدهما لمثل ما قام به أينشتين من تحليل •

كان بوانكاريه أحد العلماء الرياضيين الأفاضل فى
 عصره • رجل ذو نظرة فلسفية ثاقبة • وفى بحثه عام ١٩٠٥
 كان على تمكيق غير عادى بالهيكل الرياضى للنسبية • وقد ظل
 طويلا يدعو بالمفاهيم التقليدية المخضبة للفيزياء ، وهو ان

كان قد تنبه مبكرا لاحتمال صحة مبدأ النسبية ، الا أنه عند الخطوة الحاسمة ، خذلته أعصابه وتمسك بالعادات الفكرية القديمة والأفكار المألوفة حول الزمن والفراغ . واذا بدا لنا ذلك أمرا غريبا ، فلأننا لا نقدر جسارة أينشتين حق قدرها في ارساء مبدأ النسبية كبدئية علمية ، والتمسك بها ، على حساب 'المبدأ التقليدي للزمن والفراغ' .

عندما قام أينشتين بتغييراته الثورية ، كان متأثرا بأفكار « ماخ » ، صاحب الكتاب الخطير عن ميكانيكا نيوتن . والذي أثار بيسو انتباهه له وهو في مرحلة الدراسة . وسنعود لماخ فيما بعد ، رغم أن حماس أينشتين لأفكاره الفلسفية لم يدم . وكان ماخ متحفزا بشدة حول مفاهيم مثل الزمن والفراغ المطلقين ، والذرة . وبشكل عام كان ينظر للعلم كنوع من الكتلوجات المنمقة للبيانات ، وقد أراد أن تعرف كل المفاهيم بدقة على شكل اجراءات محددة . وتبين تحليلات أينشتين للتزامن على صورة اجراءات محددة تأثره بهذه الأفكار . وكان الآخرون ، ومن بينهم بوانكاريه ، على علم بها ، ولكن أينشتين وحده هو الذي حقق التقدم الحاسم .

ان انكماش الطول وإبطاء الزمن بالنسبة لكلا الطرفين أمر لا يجب أن يكون مستغربا ، فهو أقرب الشبه بتأثير المنظور ، حين يتجادل شخصان ، ويرى كل منهما الآخر وقد نقص طوله . ونحى لا ندهش لذلك ، لأننا ببساطة قد تعودنا عليه .

لقد تحدثنا بالكاد بما يكفي عن الطبيعة الثورية لورقة أينشتين عام 1905 عن النسبية . وبمجرد وضع الأساس

تصبح الورقة رياضية بحتة ، وبين أينشتين من خلال الأفكار الجديدة حول الزمن والفراغ توافق معادلات ماكسويل مع مبدأ النسبية ، حتى مع ما يتطلبه ذلك من مراجعة لقوانين نيوتن . فعلى سبيل المثال ، كلما زادت سرعة شيء بالنسبة لمراقب ، زادت كتلته بالنسبة له . وكعادته يقودنا أينشتين الى توقع يمكن من اخضاع ذلك للتجربة العملية ، فيورد معادلات حول حركة الالكترون في المجال المغناطيسى ، مع حساب الزيادة النسبية للكتلة مع زيادة السرعة بالنسبة للمشاهد . وقد توصل لورنتز لنفس النتائج عام ١٩٠٤ عن طريق مختلف ، وقارنها بنجاح مع نتائج توصل اليها أحد الباحثين ، وليس من المستغرب أن يتوصل الاثنان لنفس المعادلات ، لتأثرهما معا بتراث ماكسويل . ولكن هناك فرقا جوهريا بين الرجلين ، فعندما قام نفس الباحث بنشر قياسات جديدة لا تتفق مع نتائج أينشتين ولورنتز، ثبت ذلك من عزيمة الثانى ، أما أينشتين فقد ظل ثابتا لا يتزعزع ، فراجع النظرية المنافسة ، ورفضها على أسس جمالية ، وأثبتت القياسات التالية أنه كان على حق .

ومن غير الملائم أن نكتفى بهذا القدر دون أن نورد الكلمات الختامية فى بحث أينشتين حول النسبية :

« خلاصة القول ، أرى أن أقول انه خلال العمل على حل المشكلة التى نبحثها ، فقد سعدت بالمعونة الصادقة من صديقى م . بيسو ، ورائى لمدين له بالعديد من الآراء العلمية » .

لقد تعرضنا حتى الآن للاوراق الأربع التى قدمها أينشتين لهايشت ، مقابل بحث الأخير . وقد أصبحت نسخ مجلة « حوليات الفيزياء » ، العدد (١٧) الآن مقتنى شيئا .

يقوم على حفظها في الخزائن أمناء مكتبات محظوظون لكونها في حوزتهم . فمثل هذا التدفق من المبقرية - ثلاثة موضوعات مختلفة لها لمسة سحرية خلال فترة وجيزة من الزمن - قد جعل من عام ١٩٠٥ عاما لا ينسى .

لم يكتف آينشتين بهذا الحد خلال عام ١٩٠٥ ، ففي أواخر سبتمبر أرسل بحثا آخر لنفس المجلة ، ونشر في نوفمبر . كان البحث في ثلاث صفحات مطبوعة ، وفيه بين باستخدام المعادلات الكهرومغناطيسية المأخوذة من ورقته السابقة ، أنه إذا ما أصدر جسم كمية من الطاقة ط على هيئة ضوء ، فإن كتلته تنقص بمقدار $\frac{E}{c^2}$.

وباحساسه الفريزي بوحدة الكون ، يتوصل الى ملاحظة نافذة وهامة للغاية ، أن الضوء هو صورة غير متميزة من الطاقة ، ولهذا يملح عن قاعدة عامة ، وهي أن أى جسم يعطى أو يأخذ أو يفقد قدرا من الطاقة يساوى ط ، بأى شكل من الأشكال ، فانه يكتسب أو يفقد قدرا من كتلته بمقدار $\frac{E}{c^2}$.

بنام على ذلك ، ولأن قيمة ح كبيرة للغاية ، فإذا كان هناك مصباح كهربى يشع ١٠٠ وات من الضوء لمائة عام ، فانه لا يفقد من كتلته خلال هذه المدة الا ما يوازي جزءا من المليون من الأوقية . ولكن الراديو ، من خلال قدرته الاشعاعية يطلق كمية هائلة من الطاقة نسبيا ، وقد وجد آينشتين أنه يمكن اختبار النظرية بهذه الطريقة .

وفي بحثه عام ١٩٠٥ ، ذكر آينشتين أن كل طاقة أيا كان نوعها لها كتلة ، وحتى آينشتين نفسه استغرق الأمر معه سنتين لاحقتين حتى يتوصل الى النتيجة المذهلة بأن العكس

صحيح ، أى أن الكتلة مع أى نوع لا بد لها طاقة ، وقد توصل لذلك مع خلال أسباب فنية وجمالية بحثة . لماذا نفرق بين كتلة الشيء والكتلة التى يفقدها خلال الاشعاع ؟ ان هذا يعنى أن لدينا نوعين مع الكتلة ، دون سبب واضح ، رغم أن نوعا واحدا يكفى ، والتمييز غير منطقي ، وعلى ذلك ، فان أية كتلة لها طاقة .

وباعتبار الكتلة والطاقة متكافئتين ، استطاع أينشتاين فى بحث تفسيرى نشر فى « الكتاب السنوى للاشعاع » التوصل الى معادلته الشهيرة : $E = mc^2$ ، حيث c هى سرعة الضوء كما قدمنا . ولنصور مدلول هذه المعادلة ، فكل حفنة تراب من الأرض ، كل ريشة ، كل ذرة غبار ، أصبحت مخزنا مذهلا للطاقة الحبيسة . لم تكن هناك طريقة للتحقق من ذلك آنذاك ، الا أنه عند تقديمه لمعادلته تحدث عنها كأهم تداعيات النظرية النسبية . وتتجلى قدرته غير العادية على الرؤية البعيدة فى أن المعادلة لم تتحقق كليا الا بعد حوالى خمس وعشرين سنة ، ومن خلال تجارب عملية غاية فى الصعوبة . ولم يستطع أحد التنبؤ بالأحداث الدرامية التى أدت اليها معادلته التى كان الدافع اليها جماليا فى مبدأ الأمر ! .

لقد تحدثنا فى الفصول السابقة عن عبقرية أينشتاين المزهرة فى ذلك العام ، ١٩٠٥ . وفى الأول من أبريل مع عام ١٩٠٦ رقى أينشتاين فى مكتب براءات الاختراعات فى برن الى وظيفة خبير مع الدرجة الثانية .

الفصل السابع

من برن الى برلين

أحيانا ما تكتسب الأنصار بسرعة ، وقد نشرت ورقة آينشتين عن النسبية ، والتي تسلمتها المجلة فى يونيو من عام ١٩٠٥ ، فى نوفمبر من نفس العام . وبسرعة كتب عالم له مكانته مؤيدا لها . وبالفعل فقد كتب هو فى سيرته الذاتية أن ورقة آينشتين قد أثارت انتباهه على الفور . من كان ذلك العالم ؟ بوانكاريه ؟ لا ، اذن فهو لورنتز ؟

كلا ، كان ذلك العالم هو بلانك ، والذي كان من غير المتحمسين لفكرة كوانتا الضوء . وقد أعطى هذا التقرير المؤيد لـ « منتدى برلين الفيزيائى » ، ولم ينته الأمر عند ذلك الحد ، بل بدأ على الفور فى تطوير النظرية ، ونشر أبحاثا مؤيدة لآينشتين فى عامى ١٩٠٦ و ١٩٠٧ . والأكثر من ذلك أنه استخدم نفوذه القوى لاقتناع العلماء الآخرين بدراسة الأفكار الجديدة . وكتب بود لآينشتين فى مراسلات علمية ودودة عاملة فيها كند له . ونورد هنا على سبيل المثال مقتطفات من رسالة طويلة كتبها لآينشتين فى ٦ يوليو عام ١٩٠٧ :

« كتب الى السيد بوشر Bucherer [والذى أيدت تجاربه « النسبية » بقوة] عن معارضته لبحثى

الأخير [عن النسبية] ٠٠٠ ، ولكن ما يدعو
للسرور أنك حاليا لست على رأيه . ولما كان
المتحمسون لمبدأ النسبية مجموعة صغيرة حتى الآن ،
لذلك فمن المهم بمكان أن يتفقوا فيما بينهم ٠٠٠
من المحتمل أن أذهب الى « برنيزى أو برلاند » فى
العام القادم ، بالطبع هو احتمال مستقبلي بعيد ،
ولكن سيكون من سعادتي التعرف عليك شخصيا » .

لم يكه لورنتز متقبلا لأفكار أينشتين الثورية عن الزمن
والفراغ ، وعندما أشاد بها فى السنوات اللاحقة لم يستطع
أن يخفى حزنه لاختفاء الأثر الساكن . أما فيما يتعلق
ببوانكريه فمن الصعب الجزم بأنه كان على اتفاق تام مع
الطبيعة الثورية لمفاهيم أينشتين عن النسبية . وفيما يتعلق
بالمراجع المطبوعة عنها ، فان بوانكريه لم يذكر شيئا عن
أينشتين . وكذلك بالنسبة لأينشتين ، فهو لم يذكر شيئا
عن بوانكريه ، رغم أنه كان لكل منهما فرصة كافية
لذلك . وقد كتب ماكس فون لاو Max von Laue
مساعد بلانك لأينشتين طالبا مقابله فى برن خلال
صيف عام ١٩٠٦ . ويبدو ، رغم أن الدلائل غير واضحة ،
أن « لاو » افترض بشكل ما أن أينشتين فى جامعة
برن . ومن المؤكد أنه دهش عندما علم أن الرجل الذى توصل
الى هذه الأفكار عن الزمن والفراغ ، والتى نالت اعجاب
بلانك ، هو نفسه الموظف بسيط الثياب الذى لم يلفت نظره
عندما ذهب للقاءه فى مكتب برامج الاختراعات . وكان
لقاؤهما بداية لصداقة دامت طوال حياتهما . وكان « لاو » ،
الذى حصل على جائزة نوبل فيما بعد ، هو أول من كتب
كتابا علميا مؤيدا لأينشتين ، نشر عام ١٩١١ .

وفى تلك الأثناء ، وبلا انتظار للقبول العام لأعماله ، استمر آينشتاين فى كتابة أبحاثه عن الكم ، والحركة البراونية ، والنسبية . وبالفعل كان عام ١٩٠٥ عاما رائعا . لأنه فى ديسمبر من ذلك العام أرسل الى مجلة « حوليات الفيزياء » ورقة بحث ثانية عن الحركة البراونية ، ظهرت فى عام ١٩٠٦ . وكما نعلم ، فى عام ١٩٠٧ ، أنهى صياغة معادلاته التاريخية الشهيرة عن الكتلة والطاقة . وما لم يرد ذكره بعد ، أنه ، وفى نفس البحث ، اتخذ الخطوة الأولى على ذلك الطريق ، والذي أدى به بعد سنوات عديدة من النظرية النسبية الخاصة الى النسبية العامة ، أحد الأعمال الخالدة فى العلوم . هذا الانجاز فقط يجعل من عام ١٩٠٧ عاما لا ينسى ، ولكن كان هناك المزيد - فعلى سبيل المثال اكتسب آينشتاين بشكل غير متوقع حليفا هاما جديدا فى شخص عالم الرياضيات الروسى - الألمانى «هيرمان منكوفسكى Herman Minkowski» الأستاذ فى جامعة جوتنجن Göttingen المريقة بألمانيا . وهناك فى ديسمبر من عام ١٩٠٧ قدم اسهاما بارزا فى نظرية النسبية .

وسوف نعرض لاسهامات كل منهما فى حينه فى تسلسلها المنطقى بدلا من الزمنى . ولكن الجدير بالذكر أن منكوفسكى كان أستاذا للرياضيات فى معهد البوليتكنيك فى زيورخ عندما كان آينشتاين طالبا فيه ، وأن آينشتاين لم يكن يحضر محاضراته بانتظام ، وأن منكوفسكى كان يعتبره طالبا كسولا .

لم يكن الجميع متحمسين للنسبية . وحتى علماء الطبيعة ممن كانوا مؤيدين لها لم يكن من السهل عليهم استيعاب

الأفكار الجديدة عن الزمن والفراغ . وعندما انتشرت أخبار ما اقترحه آينشتين بين العديد من الناس ، من علماء وفلاسفة ورجال عاديين ، هاجموا بضراوة . ولكن الأهم أن العلماء البارزين بدؤوا تدريجيا في قبول هذه الأفكار .

ورغم أنه بدأ في اكتساب قدر من الشهرة بين العلماء ، إلا أن آينشتين ظل في برن ، وظل طويلا على معاناته من جراح نشاطه البحثي المكثف المصحوب بثماني ساعات من العمل اليومي . وقرب نهاية عام ١٩٠٧ أدت ظروف مواتية الى التفكير مجددا في أن يصبح معيدا ، حتى يمكن أن يكون فيما بعد مؤهلا للأستاذية . ولما كانت الخطوة الأولى هي تقديم بحث تمهيدى ، فقد قام بالفعل بإرسال ورقته عن النسبية الى جامعة برن في عام ١٩٠٥ .

ورفضت الورقة ، ومن بين الأسباب المعلنة ، أنها « غير مفهومة » .

ومن المفهوم أن يكف آينشتين المحيط عن محاولاته لبناء مستقبله الأكاديمي . وفي يناير من عام ١٩٠٨ كتب ما يلي لصديقه مارسيل جروسمان ، الذى كان رغم صغر سنه أستاذا للرياضيات فى معهد البوليتكنيك بزيورخ :

« رغم أنك قد تجدنى مضحكا ، فأننى أود أن أستشيرك فى مسألة عملية اننى شديد الرغبة فى أن أحصل على منصب تعليمى فى المدرسة التقنية فى ووترثور ، (للرياضيات والطبيعة) . أحد أصدقائى ، وهو مدرس هناك قد أسر الى بأن هذا المنصب سيصبح شاغرا فى القريب العاجل .

أرسل ألا تندفع الى تصور أننى مساق لمثل هذه النظرة الوظيفية على طريق جنون المظنة ، أو بعاطفة مشكوك فيها،

الواقع أن شغفى فقط هو فى أن أصبح قادرا على مواصلة أبحاثى الخاصة تحت ظروف أفضل ، كما ستفهم بالتأكيد . ولكنك قد تتساءل : «لم هو تواق لهذه الوظيفة ؟ » . والسبب فقط هو أننى أعتقد أنها أفضل الفرص للأسباب الآتية :

١ - أننى سبق أن قمت بالتدريس هناك لعدة أشهر كمدرس احتياطى .

٢ - أننى على صداقة بقدر ما مع أحد المدرسين هناك .

وأسألك الآن ، ماذا أفعل بهذا الخصوص ؟ هل على أن أزور أحدهم هناك لأبين له وجهها لوجه قيمتى الحقيقية كمدرس ومواطن ؟ ومن سيكون ؟ أليس من المحتمل أن أترك انطبعا سيئا (عدم التحدث بالألمانية السويسرية ، الملامح السامية ... الخ) ، والأكثر من ذلك ، هل من المعقول أن أتحدث ، خلال هذه المقابلة ، مدحا وتمجيذا فى جهودى العلمية ؟ » .

لم يضع أينشتين كل البيض فى سلة واحدة ، ففى نفس ذلك الشهر تقدم للحصول على وظيفة شاغرة ، وهنا قاربت هذه الكوميديا السوداء نهايتها . ففى ٢٨ يناير أرسل البروفيسور الفريد كلاينر Alfred Kleiner . الذى كان ضالعا فى رفض ثم قبول أطروحة الدكتوراه التى قدمها أينشتين لجامعة زيورخ ، بطاقة تعبر عن رغبته فى الاتصال به فى أمر يهمهما سويا .

وسميا لاهضار أينشتين لجامعة زيورخ كأستاذ ، ألح كلاينر عليه ليس فقط بالمحاولة مرة أخرى لأن يصبح معيدا فى جامعة برن ، بل بإبلاغه بأية تطورات بحيث اذا لم تسر

الأمور كما هو مأمول ، يمكن عندها لكلاينر أن يفكر في طرق غير تقليدية يمكن بها أن يستوفي متطلبات الأستاذية .

وعليه فقد حاول آينشتين مرة أخرى . وهذه المرة تحسن الموقف ، وأصبح في عام ١٩٠٨ معيدا في جامعة برن . ولا يعني ذلك أنه استفاد من ذلك على الفور ، فقد ظل ملتزما بالعمل في مكتب البراءات لنفس عدد الساعات ، إضافة الى أنه أصبح الآن ملتزما بالقاء المحاضرات الجامعية . لم يكن هناك راتب لتلك الوظيفة ، سواء في برن أو في غيرها من الجامعات . كان الطلبة الذين يحضرون المحاضرات يدفعون رسوما تذهب الى المحاضرين ، ولأن الأساتذة كانوا يزدون من دخلهم بتدريس المواد المرغوب فيها والتي تلاقى اقبالا أكيدا ، كان المعيدون يلقون عادة محاضرات متخصصة لا يحضرها الا القليلون ، ولذلك لا تجلب الا النزر اليسير . وكان دخل آينشتين من هذه المحاضرات في جامعة برن لا يذكر ، حيث كان بيسو وصديق أو اثنان هم المنتظمين في الحضور .

في تلك الأيام لم يكن آينشتين محاضرا جيدا . كان مشغولا بما هو أهم . ولكنه للحصول على درجة الأستاذية كان عليه أن يمر بهذه الطقوس للحياة الأكاديمية ، ومن الطبيعي أنه قام بذلك بتردد وتمرد . لم يحاول أن يحسن من مظهره أو يعدل مع أسلوبه للتوافق مع العادات الأكاديمية . كان من بين الطلبة في برن في تلك الآونة العديد من اليهود الروس ، فقراء في ثياب رثة ، يزدريهم الآخرون . وتحكى شقيقته مايا عن واقعة تبين نوع الانطباع الذي كان يعطيه آينشتين . كانت طالبة في جامعة برن في ذلك الوقت ، ولرغبتها في حضور إحدى محاضرات أخيها ، فقد سألت

حارس البوابة عن الغرفة التي يوجد بها د • آينشتين • ونظرا لمظهرها المشرف فقد أجاها الرجل بدهشة بالغة : « • ماذا تقولين ؟ هذا ال • • • الروسى هو أخوك ؟ » • وعندما عبر كلاينر عقب زيارة مفاجئة لفصل تلميذه (آينشتين) عن انتقاده لقدراته التدريسية ، رد الأخير بقوله : « لست راغبا بالتأكيد فى أن أصبح أستاذا فى جامعة زيورخ » •

وفى ربيع عام ١٠٩ صدر القرار بايجاد وظيفة جديدة ، أستاذ مساعد فى جامعة زيورخ ، أستاذ مساعد للطبعية النظرية (لفصل الخريف) • وألح المستشار أرنت على ترشيح فردريش أدلر Friedrich Adler ، وهو صديق لآينشتين ، للمنصب • وكان أدلر بالفعل مرشحا قويا لأن والده وهو مؤسس للحزب الديمقراطى الاجتماعى النمساوى يحظى بنفوذ سياسى كبير ، ولكن أدلر الابن ، وهو رجل مبادئ • عليا ، أصر على الانسحاب لصالح آينشتين ، وناشد المجلس التعليمى المتأثر سياسيا بالاعتراف بأن قدرات آينشتين التعليمية غير عادية • وتفوق قدراته هو بكثير • ونتيجة لتصرفه الأخلاقى اختير آينشتين لمنصب الأستاذية فى ٧ مايو ١٩٠٩ ، وهو فى سن الثلاثين •

وفى حياة نيوتن واقعة مشابهة عندما كان فى السابعة والعشرين • وفى عام ١٦٦٩ استقال ايزاك بارو القائم على رعاية جامعة كامبردج من منصب الأستاذية ليفسح الطريق أمام نيوتن ليتولى هو المنصب • ولكن مصيرى « أدلر » و « بارو » كانا مختلفين للغاية • فقد أغرق بارو نفسه عن اقتناع فى علم اللاهوت ، بينما انغمس أدلر بحماس فى السياسة • وأدت مثاليته وتأثره بفظائع الحرب الأولى عام

١٩١٦ الى اغتيال رئيس وزراء النمسا ، وتلقى جزاء لذلك
عقوبة مخففة .

وفي عام ١٩٠٩ كان آينشتين غارقا في أبحاثه ،
ولا يجد الا لحظات قليلة للاهتمام بالسياسة . وفي ٦ يوليو
قدم استقالته من مكتب البراءات لتصبح نافذة اعتبارا من
١٥ أكتوبر . وقد كتب لصديقه بيسو خلال ١٩١٩ متحدثا
بحنين عن « تلك الصومعة المنعزلة حيث ولدت أجمل أفكارى ،
وفيها قضيتنا معا أجمل الأوقات » ، فقد أمضى فيه سبع سنوات
رائعة .

سبق أن تحدثنا عن محاضرة منكوفسكى عام ١٩٠٧ فى
جوتنجن ، وفى كولون فى سبتمبر عام ١٩٠٨ قدم تقريرا
فى الاجتماع الثامن عشر للعلماء الفيزيقيين الألمان ، وأصبحت
محاضراته شهيرة لبدايتها المثيرة : « من الآن فصاعدا سيختفى
تماما الزمن والفراغ كعمنيين منفصلين ، ليحل محلها وحدة
تحظى بوجود مستقل » . وإذا أثارت هذه الكلمات
فضولنا فقد أدت غرض منكوفسكى منها ، فهذا الاختفاء
سيخلف وراءه توحدا رائعا .

لقد صور نيوتن العالم كما لو كان — كيف نصفه ؟ —
لو كان متراكبا بدقة بالغة فى فراغ وزمن مطلقين . وقد
انشق آيتشتين على هذه الصورة بقوله ان العديد من المشاهدين
المختلفين فى حركتهم المنتظمة يضمون نظاما مختلفة
للتزامنية ، ولأن قياساتهم للأطوال قد تأثرت ، فيمكن القول
بأن لكل مشاهد نظامه الخاص للوقت والفراغ .

ورغم اختلافاتهم ، الا أنهم يشتركون فى الكثير . فعلى
سبيل المثال ، فقد وجدوا أنفسهم أمام نفس القيمة الثابتة
لسرعة الضوء (ح) . وعموما فهم يعيشون فى نفس الكون .

قد يبدو ذلك واضحا بشكل مخيب للآمال • ولكنه يصل بنا الى لب الموضوع • لأن الأزمنة والفراغات الخاصة بكل مشاهد لا تحدث على انعزال ، فقد بين منكوفسكى أنها فى النظرية النسبية تنتمى لمجال مشترك عام ومتفرد ، يتدمج فيه الزمن والفراغ ، وهو ما يسمى « الزمكان » • ولكن كيف يصل كل مشاهد الى نتائج خاصة بزمنه وفراغه ؟ عن طريق فصل ذلك الاندماج ، كل بطريقته الخاصة • ويشبه ذلك تقريبا كما لو كان الزمكان العام كتلة هائلة من الجبن ، كل يقطع منها فى اتجاهه الخاص •

ولكنها كتلة رباعية الأبعاد • فالزمكان له أربعة أبعاد ، اذ يدخل الزمن بصورة أو بأخرى كند مع أبعاد الفراغ الثلاثة •

والآن دعنا نزيل الاحساس بالارتباك والغموض • فى البداية علينا ألا نحاول تصور الزمكان رباعى الأبعاد • فذلك مستحيل يعجز عنه حتى آينشتاين ومنكوفسكى • فالمحترفون يتعاملون معه بالمنطق الرياضى المجرد ، ورغم ذلك يمكنهم من مناقشة الموضوع ببراعة غير عادية ، الا أنه لا يجدى شيئا فى تصويره كما لو كان يرى رأى العين •

فى الرسم البيانى يمكن لرقمين أن يحددا وضع أية نقطة ، ولهذا نقول ان سطح الورقة ثنائى الأبعاد • ولتحديد موضع نقطة فى غرفة مثلا نحتاج لثلاثة أرقام ، البعد عن الأرضية وعن اثنين من الحائطين المتعامدين • ولذا نقول ان للفراغ ابعادا ثلاثة • واذا تكلمنا عن نقاط فى لحظات مختلفة نكون بحاجة الى رقم رابع ، ثلاثة تخص الفراغ والرابع للزمن • ومن هنا فان العالم رباعى الأبعاد •

إذا كان ذلك هو كل ما فى الأمر ، فسوف نقول بارتياح ان عالم نيوتن كان رباعى الأبعاد ، وقد كان ذلك بشكل ما . ولكن الزمن المطلق بعيد فيه عن الفراغ المطلق ، فيما عدا أن الفراغ المطلق موجود فى كل الأوقات . ولهذا ننظر لعالم نيوتن كما لو كان له $3 + 1$ من الأبعاد ، وليس رباعى الأبعاد . ولكن عند أينشتين فالأمر مختلف بالنسبة لزمكان النسبية ، لأن الزمن والفراغ متداخلان بحيث لا يمكن تفادى اصطلاح « رباعى الأبعاد » .

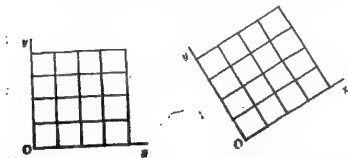
ولننظر مليا فى الأمر . لنعد لمركبات الفضاء والقائدين أ و ب . ولنتصور أن ب يقوم بطباعة تقرير عن مهمته ، وخلال ذلك يضغط على الحرف « أ » ثم بعدها « لام » ، هذان الحرفان بينهما مسافة بوصة واحدة مثلا ، ولنقل ان الزمن بينهما نصف ثانية ، فى هذه الأثناء يتحرك (ب) مسافة ٥٠٠ ميل بالنسبة لـ أ ، ولهذا يرى الأخير المسافة أكبر بكثير من البوصة ، كما يجد ، نتيجة لبطم الساعات ، الزمن يزيد عن نصف الثانية ، ولا يكون هناك أمل فى أن يتفق الاثنان لا على المسافة ولا على الزمن .

ومع ذلك ، فليجعل ب يحول الفترة الزمنية الى مسافة . كيف ؟ ببساطة بحساب الزمن الذى يقطعه الضوء بالسرعة المتفق عليها بينهما ، ح ، ولنسم هذه المسافة « المسافة الزمنية Time-distance » بين الحدثين ، تمييزا لها عن « المسافة الفراغية Space-distance » .

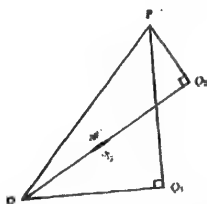
ولنتذكر أن الاثنين غير متفقين بالمرّة حول أى من المسافتين ، ولكن عندما يقوم أى منهما بحساب قيمة « المسافة الزمنية — المسافة الفراغية ^٢ » ، فانا وفقا

لمعادلات النسبية سنجد أن الناتج متساو ، ويصل لنفس النتيجة أيضا أى مسافر بسرعة منتظمة .

فى نظام نيوتن تتساوى بالنسبة للكافة المسافات الزمنية ، وكذا المسافات الفراغية ، ولكن من خلال النسبية فقط فإن القيمة المبينة فقط هى المتساوية . وهذا أمر عظيم ! ولتعد لنظرية فيثاغورث التى شغف بها أينشتاين الطفل . ولتصور شخصين (أ) و (د) يغطيان هذه الصفحة بخطوط متقاطعة الأول نظامه الخاص ، كما هو مبين الى اليسار ، والثانى حسب ما هو مبين الى اليمين .



لتصور بعد نقطة ك عن نقطة الأصل (O) فى كلا النظامين . أن أبعاد النقطة السينى والصادى لكلتا النقطتين مختلف ، إلا أن البعد عن نقطة الأصل واحد فيهما . وذلك واضح من الشكل التالى :



(٤) يعتبر البعد الزمنى هو الكمية التخيلية فى العلاقة المبينة - (المراجع) .

ومع الشكل نجد أن القيمة (البعد السيني) $^2 +$ (البعد الصادي) 2 متساوية في كلا النظامين ، وهى نفس العلاقة التى سبق أن أوردناها ، عدا علامة الجمع بدلا من الطرح فى العلاقة السابقة ، ولو كنت عالما بما يسمى الكميات التخيلية : (الجذر التربيعى لسالب واحد) يمكنك تحويل علامة الموجب الى سالب •

وكان منكوفسكى على علم بأن هذه التحليلات الرياضية – وان لم تكن مضامينها كما استنبطها آينشتين – قد لاحظها يوانكريه ، واستخدمها بالفعل فى ورقته عام ١٩٠٥ ، وبسبب ما فى تلك التحليلات من تشابه فانتا نميل الى اعتبار الزمن بعدا رابعا عندما نعبر عنه كمسافة ، يندمج على نفس المستوى مع الأبعاد الثلاثة للفراغ على قدم المساواة ، ليشكل الجميع وحدة متكاملة للزمكان الرباعى الأبعاد • وبالتأكيد ومع استرجاع الحوادث يصبح هذا الاغراء لا يقاوم رياضيا ، رغم أن الزمكان الرباعى الأبعاد يظل أمرا صعب التصور •

ولنتصور النقطة فى نهاية هذه الجملة ، من الطبيعى أن ننظر اليها كنقطة ، ولكنها نقطة مستمرة ، وتستمر مع الوقت ، فهى لا تختفى كومضة مثلا ، ولهذا فهى ممتدة فى الزمكان كما لو كانت فتيلة لا نهائية ، أو كما تسمى « خطا كونيا World line » • ولتصور المسألة ، دعنا نتخيل أن البعد الزمنى للزمكان يمثل بالاتجاه المنحدر لأسفل من هذه الصفحة • عندها ، على سبيل المثال ، فان خطين كونيين كالمبينين بالشكل التالى يقتربان من بعضهما •



كذلك يمكن اعتبار « الآن » كخط رأسى يتحرك بانتظام لأسفل الصفحة ولكن الخطوط الكونية نفسها لا تتحرك ، لأنه فى الزمكان يكون الماضى والحاضر والمستقبل كلها ممتدة أمامنا بلا حركة ككلمات كتاب •

لم يتوقف مينكوفسكى أمام هذه الأفكار ، وانما واصل السعى ليبين ، على سبيل المثال ، أن معادلات ماكسويل عند تضمينها فى الزمكان تتخذ شكلا بسيطا بصورة مذهلة ، كما لو كانت والزمكان قد خلق كل منهما للآخر •

كانت تلك نوعية الأفكار فى ذهن منكوفسكى عندما أعلن بشكل درامى فى مؤتمر ١٩٠٨ أن الفراغ والزمن فى حد ذاتهما مصيرهما الإهمال ، وأنه فقط من خلال نوع من التوحد بينهما يمكن أن يكتسبا وجودا مستقلا • وكان يمكن أن يكون محقا اذا ما أضاف أن نفس الشيء يمكن أن يقال بشكل أكثر اقناعا عن ذى قبل عن الكهرباء والمغناطيسية •

وفى المؤتمر التالى ، الواحد والثمانين ، والذي عقد فى سالزبورج ، وبعد الاثارة التى أشعلها رجل مثل مينكوفسكى ، لم يكن مستغربا أن يدعى آينشتين ، حيث ألقى محاضرته فى سبتمبر ١٩٠٩ بعد عام كامل من محاضرة مينكوفسكى ، وقد

تحدث عن « تطور نظرتنا لطبيعة وتكوين الاشعاع » ، وهو موضوع شمل النسبية والكوانتا •

وكان من بين الحضور نخبة من أبرز علماء العالم • وقد كانت المحاضرة من وجهة نظر آينشتين المتشددة في نقدها ، وباعتبارها عملا علميا بحثا ، غير هامة ، لأنها ، حسب ما كتب لأحد مشاركيه في العمل ، لم تحو شيئا جديدا • لم يكن ذلك صحيحا كلية ، بل كان آينشتين شديد التواضع • فالكثيرون ممن استمعوا لتلك المحاضرة كانت بالنسبة لهم ثورة وفتحا ، ليس لأنهم اقتنعوا بها بالضرورة ، أو حتى فهموها ، ولكنهم حضروا لمشاهدة وتقييم الرجل الذى سمعوا عنه ، ولم يتطلب الأمر كثيرا ليدركوا أستاذيته • وكانت المناسبة هامة لآينشتين أيضا ، لأنه ظل يعمل طويلا في نوع من (المنفى العلمى) ، وفضوله للتعرف على كبار العلماء وجهها لوجه لم يكن أقل من رغبتهم وفضولهم فى لقائه • وتمززت ثقته بنفسه بالتاكيد عندما وجد نفسه قادرا على الثبات بسهولة فى صحبتهم ، والأكثر من ذلك أنه فى هذا المؤتمر قابل « بلانك » لأول مرة ، فتكونت بينهما صداقة استمرت طويلا ، وأدت الى مراسلات علمية ضخمة •

ولهذا فعندما تسلم عمله كأستاذ فى جامعة زيورخ ، كان مستقبلة قد اتخذ قفزة هائلة • وأصبح التقدم سريعا كتبعويض عن البداية البطيئة المخيبة للآمال • وكان آينشتين سعيدا بعودته الى أصدقائه القدامى فى زيورخ ، المدينة التى كان له فيها ذكريات أيام الدراسة • ولكنه لم يمكث طويلا ، ففي عام ١٩١١ ، ورغم الصعوبات الكامنة فى كونه يهوديا وأجنبيا - عرض عليه منصب أستاذ كامل فى الجامعة الألمانية فى براغ ، والتى كان « ماخ » عميدا لها • وكعادة

آينشتين عندما سئل عن دينه رسميا ، أعلن بأنه « لا ديني » .
ولكنه علم بأن الامبراطور فرانز جوزيف النمساوى المجرى
والذى يجب أن يصدق على التعيين كان مصرا على أن تكون
للاساتذة ديانة معترف بها ، لأنه بدونها لا يمكنهم أداء قسم
الولاء الضرورى .

بناء عليه فقد سأل آينشتين الموظف المسئول عن
السجلات أن يغير انتماءه الدينى المسجل لديه ، ولكن الرجل
أجاب باستحالة ذلك بدون دليل . وأصبح آينشتين فى مواجهة
مشكلة . وتحكى أخته كيف تمكن من حلها : فقد سأل
الموظف المسئول عن الأساس الذى سجل بناء عليه أنه
« لا دينى » ، ومع الطبيعى أن اجابة الرجل بأن ذلك بناء على
اعترافه شخصيا بذلك ، وقد اعتقد الموظف أنه قد أفحمه
بذلك الرد ، لكن آينشتين أجابه بثبات أنه يعلن الآن أنه
« يهودى » ، عندها وجد الموظف نفسه مضطرا لتغيير الديانة
الى « موسى » .

وكما سنرى فيما بعد ، فإن الاعلان عن الانتماء لليهودية
كانت له مدلولات رمزية تنبئية . ومن الخطأ اعتبار آينشتين
يهوديا متمسكا بالطقوس ، صحيح أنه كان من أكثر الرجال
« تدبينا » ، ولكن معتقداته الدينية كانت أعمق من أن تصورها
الكلمات . وكانت قريبة لمعتقدات الفيلسوف اليهودى
« سبينوزا » فى القرن السابع عشر ، والذى نبذه اليهود .
أما آينشتين من حيث احساسه بالخضوع والرهبة ، والعجب ،
وشعوره بالتوحد مع الكون ، فهو ينتمى لكبار المتصوفة .
وفى خطاب كتب عام ١٩٢٩ تحدث فيه عن نفسه كأحد أتباع
« سبينوزا » الذى كان يعتبر الطبيعة ، بكل ما فيها ، على أنها هى
الله . وقبلها بوقت قصير ، عندما سئل خلال الكابلات عبر

الأطلنطى عما اذا كان يؤمن بالله ، كانت اجابته : « أؤمن بالله كما يراه «سبينوزا» - ذلك الذى يتجلى فى التناسق المنظم الدقيق للموجودات ، وليس فى اله يشغل نفسه بمصائر وأفعال البشر » - وكان يكن لسبينوزا تقديرا بالغا - وفى عام ١٩٣٢ رفض دعوة لكتابة دراسة عنه قائلا : ان أحدا لا يستطيع ذاك ، لأنها لا تتطلب خبرة فقط ، وانما نقام وتواضعا غير عاديين - ومن تلك الرسالة نقتطف الفقرة التى سنتبين أهمية دلالتها فى فصول لاحقة « كان سبينوزا أول من طبق فكرة القيود المحددة لكل ما يحدث ، بتوافق حقيقى مع الفكر الانسانى ، والمشاعر والأفعال الانسانية » - وفى خطاب عام ١٩٤٦ تحدث آينشتين عن سبينوزا « كواحد من أطر وأعمق الأرواح التى أنتجها الشعب اليهودى » - وفى العام التالى عندما طلب منه أن يوجز آراءه عن الايمان بالذات العليا كتب بالانجليزية :

« يبدو لى أن فكرة الاله الشخصى هى مفهوم متعلق بالأنثروبولوجيا لا يمكننى أخذها بجدية • كذلك فلا أستطيع تصور وجود ارادة أو غاية خارج المحيط البشرى • ان أفكارى مقارنة لأفكار سبينوزا ، الافتتان بالجمال والايمان بالبساطة المنطقية للنظام والتناسق الذى يمكننا ادراكه بتواضع ادراكا جزئيا فقط • وأعتقد ان علينا أن نقنع بمعرفتنا المحدودة والتعامل مع القيم والالتزامات الأخلاقية كمشكلة انسانية محضة ، وهى أهم مشاكل البشرية » •

وهذه المقتطفات واضحة بما يكفى • الا أنها مجردة تماما لا يبدو فيها الكثير من سبينوزا أو آينشتين • وغالبا

ما استخدم آينشتين لفظ « الله » كاستمارة للتعبير عن شيء
ما خارج نطاق ادراكه .

وفى براغ كان هناك المزيد من النبوءة الرمزية ،
ونعرف من كاتب سيرة آينشتين ، فيليب فرانك ، والذي خلفه
فى منصب الأستاذية هناك ، أن البروتوكول كان يحتم
على الأستاذ ليس فقط أن يقسم قسم الولاء ، بل وأن يرتدى
زيا رسميا فخما موشى بالذهب ومحلّى بسيف ، يماثل زى
الضابط البحرى ، ولكن آينشتين الكاره للمسكرية تبرع
بهذا الزى .

وفى براغ أيضا التقى آينشتين للمرة الأولى بالمناضل
بول ايرنفست Paul Ehrenfest عالم الطبيعة من فينا وأحد
تلاميذ يولترمان ، والذي كان يزور براغ ، ودعى ليكون
ضيفا على آينشتين . وقد قابله الأخير فى محطة القطار ،
وسرعان ما انخرط الرجلان فى مناقشات مثيرة استمرت
ليومين ، أدى خلالها الرجلان بعض الثنائيات الموسيقية ،
آينشتين على الكمان وايرنفست على البيانو . وكتب الأخير
فى يومياته : « نعم سنصبح أصدقاء ، وكنت سعيدا للغاية
بذلك » . ويتحدث آينشتين عام ١٩٣٤ عن هذه الزيارة :
« خلال بضع ساعات أصبحنا أصدقاء حقيقيين كما لو كانت
أحلامنا وآمالنا مشتركة » . وقد كتبت هذه الكلمات فى
تأبين ايرنفست .

وقد ظل آينشتين فى براغ لعام ونصف العام ، وهناك
كما كان الحال فى زيورخ ، أستاذ غير عادى . لم يكن مزهوا
بنفسه أو مختالا بالمنصب ، ولم يظهر كثيرا ، أو يحضر

الاحتفالات ، كما لم ينخرط فى الصراعات بين الأساتذة على المناصب .

وقد اقترح أن يخلفه إيرنست فى براغ، ولكن إيرنست تراجع عن اعلان ديانتة اليهودية ، فقد سبق له الالتفاف حول القانون النمساوى - المجرى الذى يمنع زواج اليهودى بالمسيحية ، ومن ثم أعلن إيرنست وزوجته العالة «تاتيانا» رسميا أنهما « لا دينيان » ، ولم يكن إيرنست رغم الحاج آينشتين على استعداد لاعلان خلاف ذلك ، حتى ولو شكليا .

وفى عام ١٩١١ استطاع آينشتين فى براغ تحقيق مزيد من التقدم فى نظرية النسبية العامة ، والتى كانت تكتمل بشكل بطيء . واستنبط فى عام ١٩١٢ قانونا أساسيا مبنيا على فكرة الكم (الكوانتا) للظاهرة الكيميائية الضوئية ، سرعان ما أثبت معمليا على يد «اميل فارنبورج Emil wharburg» فى برلين . فى نفس الوقت ، تلقى فى يونيو عام ١٩١١ دعوة لحضور المؤتمر الأول من سلسلة محاضرات علمية فى بروكسل خلال خريف نفس العام ، وقد ظلت هذه المؤتمرات مرتبطة باسم رجل الصناعة البلجيكي « ارنست سولفاى Ernest Solvay » والذى كان الممول والراعى لتلك المؤتمرات . وقد نظم هذا المؤتمر زميل بلانك فى برلين عالم الطبيعة « والتر نرنست Walter Nernst » ، والذى كان متحمسا لأفكار آينشتين المتعلقة بفكرة الكم فى الحرارة الداخلية ، بعد رفض مبدئى شديد . وكان المدعوون قلة مختارة . وقد أشارت الدعوة لأعمال بلانك وآينشتين عن الكم ، ولم تذكر شيئا عن أفكار الكم الضوئية التى كانت لا تزال مشكوكا فيها ، والتى أوجدت أزمة فى النظرية الفيزيائية . وكان الغرض الأساسى من المؤتمر هو جمع الرواد من علماء

الفيزياء بأمل أن يتمكنوا خلال خمسة أيام متصلة من المناقشات المكثفة في أماكن فاخرة من علاج الأزمة التي سببتها النظرية الكمية في الفيزياء النظرية . وقد شارك في المؤتمر واحد وعشرون عالما ، ورأس الجلسات لورنتز منقطع النظر . وقد كانت دعوة أينشتين لهذا المؤتمر ، رغم أنها حتمية ، مؤشرا حيويا على مكانته ، فقد أصبح بالفعل واحدا من الصفوة .

ورغم أن المناقشات كانت علمية وحيوية وطويلة ، إلا أنها لم تحل المشاكل ، وبدا كما لو كان المؤتمر لم يحقق شيئا ، لكنه كانت له تداعيات هامة على الفيزياء النظرية ، فقد أعطى ، من بين أشياء أخرى ، للنظرية الكمية المحيرة وضعها لم يكن لها من قبل ، فقد كان مجرد اقتناع بوانكريه واسع النفوذ بأن لهذه النظرية أهميتها بداية لما تمخضت عنه الأحداث بعد ذلك .

وقد كتب أينشتين في نوفمبر عام ١٩١١ خطابين لصديقه الحميم البروفيسور هنريش زانجر Heinrich Zangger ، مدير معهد الطب الشرعي في جامعة زيورخ ، تضمننا بعض انطباعاته عن المؤتمر ، نقتطف منها ما يلي :

« ترأس لورنتز الجلسات بكفاءة لا تبارى واقتدار غير عادي ، وهو يتحدث اللغات الثلاث بنفس الطلاقة علاوة على قدراته العلمية الفريدة ، وقد تمكنت من اقناع بلانك بالكثير من مفاهيمي بعد أن عارضها لسنوات . هو رجل في غاية الأمانة ، يفكر في الآخرين ولا يفكر في نفسه . كان الأمر مثيرا للغاية في بروكسل . وبالإضافة للعلماء الفرنسيين المشاركين ، كورى ... لانجفين Langevin ، برين Perrin ، بوانكريه

والألمان نرنست ، روبنز . Robins ، فاربورج
 Warburg ، وسومرفيلد Sommerfeld وكان هناك
 رذرفورد Rutherford وجينز Jeans ، وبالطبع
 لورنتز وكامر لينج أونس Kamerling-Onnes
 ولورنتز قلّة في الذكاء والكياسة ، ٠٠٠ كان
 بوانكاريه ببساطة عدائيا (تجاه النظرية النسبية) ،
 ورغم كل قدراته إلا أنه أظهر فهما محدودا
 للموقف ، بينما بلانك حبيس مفاهيم مبدئية
 فاسدة ٠٠٠ ولم يكن أحد يعلم أى شيء » .

بمجرد أن أصبح آينشتين أستاذا في براغ بدأ جروسمان
 وبعده بقليل زانجر وآخرون في البحث عن طريقة لاعادته
 الى زيورخ . الى معهد البوليتكنيك هذه المرة ، وقد أرسلت
 طلبات للأفراد المبرزين حول تقييمهم لآينشتين ، وقد ردت
 مدام كورى بعد انتهاء مؤتمر سولفاي بفترة وجيزة بشهادة
 باهرة :

« لقد أعجبت كثيرا بالأعمال المنشورة
 لآينشتين حول الفيزياء النظرية الحديثة . والأكثر
 من ذلك أنى أعتقد أن الفيزيائيين الرياضيين
 كلهم متفوقون على اعتبار هذه الأعمال على أرقى
 مستوى . وفي بروكسل ، حيث حضرت مؤتمرا
 علميا شارك فيه آينشتين ، أعجبت بوضوح ذهنه
 وسعة مراجعه وبروز علمه ، وباعتباره مازال
 صغيرا للغاية ، فمن حقنا أن نضع فيه آمالا كبارا ،
 وأن نرى فيه واحدا من المنظرين الرواد في
 المستقبل . وانى أرى أن المعهد العلمى الذى يعطى
 آينشتين الفرصة فى العمل الذى يرغبه ، بتعيينه

فى منصب الأستاذية بالشروط التى هو جدير بها
سيشرفى للغاية بهذا القرار ، وسيؤدى خدمة كبرى
للعلم بكل تأكيد » .

ومن بين آخرين كتبوا دعما لأينشتين كان بوانكريه
ولرسالته أهمية خاصة :

« السيد أينشتين واحد من المفكرين الحقيقيين
الذين قابلتهم ، ورغم صغر سنه إلا أنه احتل
لنفسه موقعا مشرفا بين كبار العلماء فى عصره .
وما يستحق الإعجاب بشكل خاص هو قدرته على
التكيف بسهولة مع المفاهيم الجديدة واستخلاص
النتائج . وهو ليس متمسكا بالمبادئ
الكلاسيكية . وعندما يواجه مشكلة فى الفيزياء
سرعان ما يتوصل الى كافة احتمالاتها . وهو
يؤدى فورى الى توقع ظواهر جديدة يمكن تحقيقها
معمليا يوما ما . ولا أعنى بذلك أن كل توقعاته
ستجتاز الاختبار المعملى ، فلأنه يعمل فى كل
الاتجاهات فعلى المرء أن يتوقع أن يكون معظمها
طرقا مسدودة ، ولكن المرء يأمل فى الوقت نفسه
أن أحد هذه الاتجاهات التى طرقها يمكن أن تؤدى
للاتجاه الصحيح ، وهذا يكفى . فهكذا يجب أن
يكون التحرك . أن دور الفيزياء الرياضية هو
طرح الأسئلة ، وعلى التجربة العملية فقط الإجابة
عليها » .

وفى يناير عام ١٩١٢ عين أينشتين بوظيفة الأستاذية
لمدة عشر سنوات بالمعهد ذائع الصيت ، وقد علا نجمه فى تلك
الآونة ، وأصبح مطلوبا . وعندما كان فى براغ تلقى

عروضيا للعمل كأستاذ فى اوتريخت ولايدن ، وفى الأخيرة كخلف للورنتز الذى كان مقبلا على التقاعد . وعرض آخر من فينا براتب ضخيم . ولكن قلب آينشتين كان معلقا بزيورخ التى ارتبط بها فعلا . وعن هذا العرض الأخير كتب لصديقه زانجر فى صيف ١٩١٢ م : « لقد رفضت ... فلم يكن شيئا مشرفا أن « أبيع » نفسى بهذه الطريقة ، وأتخذ الناض » .

وعلى ذلك فقد عاد آينشتين كأستاذ بمعهد البوليتكنيك بزيورخ ، الذى فضل منذ عدة سنوات فى اختبارات الانضمام اليه ، وحيث حاول بعد التخرج بلا جدوى العمل به . ونتحدث فى الفصل التالى عن أعماله الهامة هناك ، أما عن وظيفة الأستاذية فى لايدن ، وبعد تعذر التعاقد مع آينشتين ، فقد اختار لورنتز أيرنست خلفا له فى المنصب .

قدر لآينشتين ألا تطول إقامته فى زيورخ ، فقد خطط كل من بلانك ونرنست لاعادته لبرلين . وسافرا فى صيف ١٩١٣م لتقديم عرض له شخصيا ، أن ينتخب فى هذه السن المبكرة (٣٤ عاما) للانضمام للأكاديمية البروسية الملكية للعلوم ، ذات الصيت الذائع ، وأن يحمل لقب الأستاذية ، وأن يصبح مديرا لفرع البحث العلمى لمعهد «القيصر ويلهلم» المزمع إنشاؤه . وسوف يكون على اتصال وثيق ببعض كبار العلماء فى ألمانيا ، والأهم من ذلك كله ، من حقه التدريس أو عدم التدريس بحسب رغبته ، وبإمكانه إذا رغب أن يكرس كل وقته ومجهوده للعمل فى أبحاثه .

كان هذا هو العرض ، وكان قبوله رسميا أمرا متوقعا ، فإذا كان الأمر كذلك ، فهل يقبله آينشتين ؟ بعد دراسة متأنية ، وجد الرجل نفسه غير قادر على الرفض .

ولنتذكر أنه بينما كان الرجلان يحاولان استمالة آينشتين للعمل فى برلين ، لم يكونا بعد من المؤيدين لنظريته الكمية للضوء ، ولم يكن بعد قد وضع نظريته التاريخية عن النسبية فى صورتها النهائية . فحتى بدون هذين العاملين الكبيرين ، كان قد اعتبر من أعظم العلماء فى عصره .

وبمعاونة نرنست وروبنز وواهورج — كلهم من كبار علماء برلين أعضاء فى الأكاديمية البروسية للعلوم . وقد ذكرهم آينشتين فى خطابه لزانجر عن مؤتمر سولفاى — كتب بلانك طلبا بخطط اليد ووقع عليه من كل الأربعة ، وقدم لوزارة التعليم ، وفيه أثنى على آينشتين كعالم ، وألح على السلطات بأنه يستحق ما يتمنون أن تمنحه الدولة له باسم القيصر ، ورغم أنه يهودى سويسرى ورغم اصراره على ألا يطلب أن يصبح مواطنا ألمانيا . . . ، وفى هذه الوثيقة اعتذر بلانك عن الانتقادات التى قدمناها فى الفصل الرابع عن فكرة آينشتين عن النظرية الكمية للضوء .

وكان لآينشتين وسأوسه أن يشبه الدجاجة التى يتوقع منها أن تبيض ذهبا ، فهل يمكنه توليد المزيد من الأفكار عند الطلب ؟ وكما قال بعد سنوات فى موقف مختلف : « تأتى الأفكار من عند الله » ، أيضا لم يكن يثق فى المسيحية الألمانية . ولكن العرض كان لا يقاوم ، وفى أبريل من عام ١٩١٤م ترك هو وأسرته سويسرا المعادية لتقليديا الى برلين . لقد حقق القمة فى عمله ، وكان مرفوفا لكل علماء العالم ، ولكن ليس بعد للامة .

★★★

الفصل الثامن

من البرينسيب

الى برنسيب

فى صيف عام ١٩١٤م ظل آينشتين فى برلين ورحلت
« ميليكيا » مع الأولاد الى زيورخ ، وكانت تلك نهاية الزواج
عمليا .

ومع أغسطس كانت بداية الحرب الأولى ، ويهدف
تحقيق انتصار سريع قام الألمان بحركة تطويق مباغطة
انتهكوا فيها حياد بلجيكا بشكل متعمد ، واستمر القتال
حتى نوفمبر من عام ١٩١٨م ، وخلف ملايين من القتلى .
واجتاحت المشاعر الوطنية طرفى النزاع ، وانخرط العلماء
والمتقنون فى الصراع بتعطش دموى ، لا علمى ولا عقلانى ،
هز مشاعر برتراند راسل فى بريطانيا وآينشتين فى ألمانيا .
وفى محاولة لتخفيف الأثر النفسى السلبي لغزو بلجيكا أصدر
الألمان للعالم المتصددين اعلانا أنكروا فيه أنهم مذنبون ،
وصوروا العسكرية الألمانية كمدافع لا لوم عليه عن الحضارة
الألمانية . وقد وقع على الاعلان ثلاثة وتسعون مثقفا ألمانيا ،
من بينهم بلانك ، وقد لاقى هذا الفعل رفضا كبيرا فى
الخارج .

وقال آينشتين فيما بعد انه كمواطن سويسرى لم يطلب منه التوقيع على البيان ، ولم يكن ليفعلها على أية حال ، وعلى الفور تعاطف مع زميله الأستاذ جورج نيكولاى الذى كان يعد بشجاعة كبيرة لاعلان مضاد « اعلان الى الأوربيين » . وقد اتخذت هذه الوثيقة التى عاون فى اعدادها آينشتين ، طبقا لرواية نيكولاى ، موقفا مضادا بشكل حاد للمانيفستو الألمانى . وقد نادى بالتعاون بين العلماء فى الدول المتحاربة من أجل مستقبل أوربا ، واقتُرحت انشاء جامعة أوربية . ولم يجرؤ على التوقيع على هذه الوثيقة سوى أربعة ، آينشتين ونيكولاى واثنان آخران .

لم يشارك آينشتين فى الحرب ، بل قدم كل امكاناته المتواضعة من أجل قضية السلام ، وبتركيز محموم أغرق نفسه فى أبحاثه . كان يختلس الوقت لأبحاثه فى مكتب البرامات ، والآن وهو يعمل فى جامعة برلين بينما أوربا تنزف دما لم يستطع مجددا الاقلا من الاحساس بالذنب . ونتوقف عند هذه النقطة لنتحدث عن عمله فى النظرية النسبية العامة ، ولنفعل ذلك على مهل ، فالنظرية لم تبين بين عشية وضحاها .

ولنتساءل أولا ، ماذا عن نظرية الجاذبية لنيوتن ؟ من الواضح أنها لم تعد على حالها بعد وضع النسبية . لم تكن نظرية للمجال كنظرية ماكسويل ، والتى فيها يرسل المجال تأثيراته الكهرومغناطيسية بسرعة الضوء . ففى نظرية نيوتن ليس هناك انبعاث مشابه . والجاذبية قوة لحظية تؤثر على البعد . بمجرد أن ترفع اصبعك يظهر أثرها خلال الكون . ومع ذلك ، وطبقا لنظرية النسبية ، لا شيء ينتقل بأسرع من

سرعة الضوء • وإضافة إلى التعدد الهائل للترانمات ، كيف يمكن أن يكون التأثير لحظياً في كافة أرجاء الكون ؟ بل أن رؤية نيوتن نفسه لهذا الأمر تبدو من ثانياً هذا الخطاب •

« كون الجاذبية شيئاً لازماً في المادة ، بحيث يمكن لجسم أن يؤثر على جسم آخر عن بُعد خلال الفراغ بدون تدخل خارجي يمكن به ومن خلاله أن ينتقل الفعل والقوة من أحدهما إلى الآخر ، ذلك شيء يبدو لي غاية في الغرابة ، لا يمكن لرجل لديه القدرة على التفكير في المسائل الفلسفية أن يقتنع به » •

الكثير من العلماء ، ومن بينهم آينشتاين ، كانوا يبحثون عن طرق نسبية لتعديل نظرية نيوتن عن الجاذبية • ومنذ البداية تقريباً كان آينشتاين معنياً بمشكلة أكثر عمقا ، فقد تساءل « لم تكون الحركة المنتظمة حالة خاصة ؟ » الأفضل والأقرب للاقناع أن تكون الحركة مطلقة ، منتظمة أو غير منتظمة ، نسبية •

ولكن الحقائق كانت ضده بشكل واضح ، فمن الطبيعي أن العجلة مطلقة ، كلنا يعلم ذلك ، ولنا حاجة إلى دراسة « البرينسيبيا » لتقتنع به ، ففي مركبة تتحرك ، لا نشعر بالحركة المنتظمة ، ولكننا نشعر بالعجلة بمجرد أن يحدث تغير ما في الحركة ، سواء في السرعة أو الاتجاه •

أمام مثل هذه الحقائق الصارخة لم يكن بإمكان آينشتاين اعتبار العجلة نسبية ، ولكنه ليس ممن يتراجعون أمام الحقائق المضادة التي تمكّن حده • إضافة إلى أن الانتقادات السابقة للفراغ والحركة المطلقين خاصة من

« ماخ » لعبت دورا رئيسيا في تحديد الطريق أمام آينشتين ،
ودعمت من ثقته رغم أن الطريق الذي اختطه كان خاصا به ،
لذلك قال ماخ أشياء قاسية عن نظرية النسبية الخاصة •

وفي ورقته عام ١٩٠٧م التي تقدم فيها آينشتين معادلته :
ط = مك × ح ٢ ، كان قد بدأ بالفعل في هجومه على قضية
العجلة ، وقد عاد إليها مجددا في بحث براغ عام ١٩١٠م •
وتمتبر حجته في البحث الأخير من أعظم الانجازات في تاريخ
العلوم ، ليس فقط لما نتج عنها وإنما أيضا لأن آينشتين ،
إذا جاز التعبير ، قد اقتحم منسكرا خصومه • وتوجد من بين
أسلحتهم ما يمكنه (هو فقط ولا أحد سواه) من قلب المفاهيم
التي كانوا يدافعون عنها • ولنأت إلى جوهر القضية •

هل العجلة مطلقة ؟ حسنا ، فلنعتبرها كذلك ، ولنر
ما يمكن استخلاصه من ذلك • ولنتصور مركبة (معلا صغيرا)
في الفضاء ، بعيدة عن الأجسام الجاذبة ، بحيث أن من بداخلها
لا يشعر بالوزن • ولنفرض أنها تتحرك في الاتجاه لأعلى
في عجلة منتظمة ، تتزايد فيها السرعة بمقدار ٣٢ قدم/
ثانية •

العجلة نسبية ؟ لماذا ؟

ولماذا نتساءل ؟ السنا متفقين على أن العجلة مطلقة ؟ بلى ،
ولكن إذا كانت السرعة المنتظمة نسبية ، فما معنى قولنا
٣٢ قدم/ثانية ؟ ذلك ما لا يمكن بحثه في المعمل •

لا تلاعب بالألفاظ ، رغم أن السرعة لا يمكن استشعارها
هناك إلا أنه بالإمكان استشعار العجلة ، التزايد في السرعة

بمقدار ٣٢ قدم/ثانية كل ثانية - فهي على سبيل المثال تعطى لركاب المركبة الاحساس بالوزن .

إذا تضمنت هذه الاجابات الحاسمة شيئا من البلبلة ، فهذا أمر طيب . فهي تظهر أن هناك شيئا غير طبيعي ، أن نكيل بمكيالين في مسألة النسبية ، فنلحقها بالسرعة المنتظمة ، ولكن ليس بالمجلة . ومع ذلك فنحن نعلم من خبرتنا اليومية بأن المجلة مطلقة ، وقد قال بذلك أيضا نيوتن ، وهو رجل له شأنه ، بل وأقر بذلك آينشتين ، بشكل ما ، لأن المجلة مطلقة في النظرية النسبية الخاصة .

ولنعد الآن الى المعمل المتسارع « لأعلى » بعجلة مقدارها ٣٢ قدم/ثانية - كل الأجسام الحرة فيه تتحرك بانتظام في خطوط مستقيمة ، هذا ما يقوله القانون الأول لنيوتن ، ولكن بالنسبة للمعمل المتسارع ، ستبدو هذه الأجسام غير المتسارعة كما لو كانت متسارعة « لأسفل » ، بمقدار ٣٢ قدم / ثانية - وبقياس هذه المجلة على سبيل المثال يمكن تأكيد أن معملنا له بالفعل عجلة مطلقة « لأعلى » مقدارها ٣٢ قدم/ثانية كل ثانية .

ولكن مهلا ، ان الأجسام مهما كان تكوينها لها نفس المجلة المتناقصة ، ألم تسمع بذلك من قبل ؟ بالطبع ، ففي القصة المألوفة عن جاليليو وهو يرمى أشياء من برج بيزا المائل ، كان لكل الأجسام الساقطة بتأثير الجاذبية نفس المجلة ، (مع اغفال مقاومة الهواء) - ولهذا فعلى الأقل ، وفيما يتعلق بالأجسام الملقاة ، فان التأثيرات في المختبر الصغير المتسارع في الفضاء تماثل التأثيرات في مختبر صغير غير

متسارع على الأرض . ويمكن أن نمضى لأبعد من هذا ، فمن التجارب الأولية فى الفيزياء تبين أن كل التأثيرات الميكانيكية ، وفقاً لقانون نيوتن ، فى المختبر فى الفضاء تكون نسخة بالضبط لما يحدث للمختبر على الأرض .

كنا نعتقد أن التجارب الميكانيكية داخل المختبر الفضائى سوف تبين لنا أن المختبر يصعد لأعلى بعجلة متزايدة مقدارها ٣٢ قدم/ثانية^٢ ، فإذا بها تبين لنا أننا فى مختبر على الأرض ، تحت تأثير الجاذبية . وبهذا المفهوم الميكانيكى فإن العجلة ليست مطلقة بحال من الأحوال .

لاحظ الجراة فى هذا الجدل ، فقد بدأنا بالتسليم بأن العجلة مطلقة ، واسترسلنا فى القياس بهذا المفهوم ، واستخدمنا قوانين نيوتن بشكل مباشر ، وفجأة نجد أنه فيما يتعلق بالتأثيرات الميكانيكية فإن العجلة نسبية .

هذه النتيجة الهامة مبنية على مفاهيم بسيطة معروفة للعلماء منذ قرون ، وهى مفاهيم لها مضامين لم يكن لأحد سواه من الفطنة لادراكها طيلة هذه السنوات . وهنا كانت (ضربة المعلم) العبقريّة . فهو وقد وصل الى هذا الحد ، فقد قام بحذف عبارة « فيما يتعلق بالتأثيرات الميكانيكية » ، وأعلنها صريحة وبلا تخصيص ، أن العجلة نسبية . كيف فعل ذلك ؟ بإعلانه عام ١٩٠٧م عما أسماه « مبدأ التبادلية Principle of equivalence » ، وهو مبدأ شهير بحق ، وينص فى مضمونه على أنه « ليس لتجربة داخلية ، ميكانيكية أو غير ميكانيكية ، أن تكشف أى فرق بين المختبر الصغير المتسارع فى الفضاء بالعجلة المذكورة ، وقرينه القابع على الأرض » .

لم يكون لذلك كل هذه الأهمية ؟ علينا أن نكتفى في الوقت الحاضر بإجابة هامة ، وإن كانت ثانوية نسبيا : لأن أينشتاين استطاع إجراء حسابات تقريبية بسيطة في مختبر متسارع ، وقد أمكنه نقل النتائج إلى مختبر وقع في مجال الجاذبية ، ولهذا قدم توقعات قابلة للاختبار عن الجاذبية .

وسنرى ذلك بأنفسنا حالا . ولكن قبل أن نستطرد علينا أن نملأ الفراغ الكبير بذكر هذه اللوحة الحاسمة من البصيرة التي وجهت ذهن أينشتاين في هذا الاتجاه بالتحديد . ولحسن الحظ فقد بين بنفسه فيما بعد كيفية تطور هذه الأفكار . لقد غير نظرية نيوتن عن الجاذبية لتتناسب مع النظرية النسبية الخاصة ، لكن الحسابات أقنعت أنه ، وفيما لهذه النظرية الجديدة ، فإن الأجسام ذات البطاقات المختلفة تسقط بمجالات مختلفة . وهذا يناقض نظرية جاليليو التي تقضي بأن الأجسام كلها تسقط بنفس العجلة . وقال أينشتاين : « إن هذا القانون الذي يمكن أن يسمى قانون تساوي كتلة القصور الذاتي وكتلة الجاذبية ، قد وضع بالنسبة لي في موضعه الصحيح ، بكل ما فيه من أهمية . ولقد دهشت له بشكل بالغ ، وخمنت أن يكمن فيه الفهم الأعظم للقصور والجاذبية » . إن ما أشرق في ذهن أينشتاين هو أن هناك شيئا مربيا في طريقة تفسير نظرية نيوتن لقانون جاليليو ، لقد استخدم نيوتن مفهوم الكتلة بمعنيين ، الأول كمقياس لقصور الجسم ، ودرجة مقاومته للتغير في الحركة ، والثاني كمقياس لتأثير الجاذبية على الجسم ، إذا ما تضاعفت كتلة الجسم ، فإن الأرض تجذبه بقوة مضاعفة ، وحيث أن مقاومة القصور الذاتي للحركة ستتضاعف أيضا ، فإن العجلة ستظل كما هي . لذا فإن نيوتن فسر قانون جاليليو بأنه اعتبر أن كتلة

القصور وكتلة الجاذبية هما نفس الشيء ، ولكن ذلك يخفي حقيقة الاختلاف الجوهرى بينهما . وقد تنبه أينشتاين فجأة الى أن هذا التساوى ما هو إلا مصادفة عديدة محضنة ، أما أينشتاين فمن خلال مبدأ التعادلية جعل من قانون جاليليو حجر الزاوية لنظريته العامة للنسبية ، بهذا فقد تعامل معه كأحد الأساسيات ، وليس كنتيجة لمصادفة عارضة . كان بذلك يتحور نحو أعلى صورة من التبسيط .

ولننظر الآن فى بعض ما استخلصه أينشتاين من مبدأ التعادلية ، ما بين عامى ١٩٠٨ و ١٩١٨ م ، وتشير للمختبر المتسارع فى الفضاء بـ « معمل ف » . والمختبر الأرضى داخل نطاق الجاذبية « معمل ص » .

أولا ، نتصور كتلة من المادة معلقة فى زنبرك من سقف معمل ف . ومثلها تتبدل من سقف معمل ص ، تحدث استطالة فى الزنبركين ، فى الأول بسبب قصور الكتلة للمجلة ، وفى الثانى بسبب الجاذبية . الاستطالتان متساويتان ، ولذا فإن كتلة القصور وكتلة الجاذبية متساويتان . وليس ذلك مستغربا ، لأنه من أساسيات مبدأ التعادلية .



معمل ف Adlab

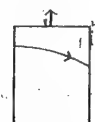


معمل ص Gravlabb

والآن لنفرض أن الكتلتين تمتصان نفس القدر من طاقة الاشعاع ، عندئذ ، وطبقا للمعادلة $E = mc^2$ فإن كل

كتلة تكتسب المزيد من الوزن ، ويستطيل الزنبركان بمقدار إضافي متساو . لماذا ؟ لأن مبدأ التعادلية يؤكد أن ما يحدث في المعمل الأول يحدث في الثانى تحت نفس الظروف . ولكن في حالة الاستطالة الاضافية في المعمل الفضائى ، فهي مقياس لكتلة القصور ، أما في المعمل الأرضى فهي مقياس لكتلة الجاذبية . لذلك فإن للطاقة كتلة جاذبية وكتلة قصور متساويتين . وهنا تتشكل وحدة آينشتين بتناسقها أمام أعيننا بلا أية اشارة للرياضيات . ان الخاصية المميزة في الواقع لأعمال آينشتين في عامى ١٩٠٧ و ١٩١١ م هي أنه توصل لأهم نتائجها مستخدما ، في أغلب الأحيان ، أبسط المبادئ الأولية . ومن النادر أن أظهر شخص مثل هذا الحدس المذهل .

ولنمض مع آينشتين ، نتصور شعاعا من الضوء في المعمل الفضائى ، ينتقل في خطوط مستقيمة (في الفراغ المطلق) ، ولكن نتيجة للعجلة المتسارعة ، فإنه سيبدو كما لو كان منحنيا لأسفل بالنسبة للمختبر نفسه (٥) . لذلك ، كما استخلص آينشتين عام ١٩٠٧ م ، فإن شعاع الضوء المنتقل خلال المعمل الأرضى سوف ينحنى أيضا ، ان « أشعة الضوء تنحني بفعل الجاذبية ١١ » .



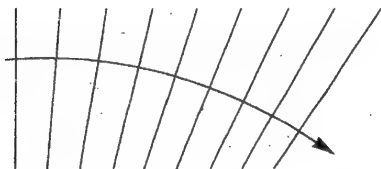
معمل أ Aclab



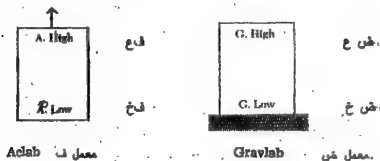
معمل ج Gravlab

(٥) مقدار الانحناء في الشكل مبالغ فيه بقدر كبير .

وهذه نتيجة هامة في حد ذاتها ، ولكنها لها تداعياتها أيضا ، اذا ما اعتبرنا أن الضوء على هيئة موجات ، عندئذ ، وكما هو مبين في الشكل التالي ، فإن الانحناء في اتجاه الأشعة لأسفل يعني أن الجزء الأخير من الموجة سيكون متأخرا ، وماذا يعني ذلك ؟ أن سرعة الضوء ليست ثابتة ، وان الجاذبية تتحكم فيها • محض تجديف ! ومن أينشتين نفسه •



ولكننا لم ننته بعد من مبدأ التماثلية • دعنا نضع الأفراد: الأفراد : فح ، وفح ، وضح ، وضح ، كما هو مبين في الشكل في أعلى وأسفل المختبرين الفضائي والأرضي ، ويبد كل منهم ساعة دقيقة • وقد بين أينشتين ، وبدون الدخول في



تفاصيل ، أنه بسبب العجلة فانه في المختبر الفضائي ، سيجد الفرد العلوى ساعة زميله السفلى أبطأ من ساعته هو ، بينما يرى السفلى ساعة زميله العلوى - مفاجأة أسرع من ساعته هو (٦) . وتطبيقا لمبدأ التبادلية ، يجب أن يرى الفرد العلوى ساعته أسرع من ساعة زميله ، ويرى السفلى ساعته أبطأ من ساعة زميله ، ومعنى ذلك أن الجاذبية تسبب انحرافا في الوقت ، وتعمل ذلك بصورة غير متوقعة .

لم يكن أينشتين يستكشف الأفكار فقط ، وانما كان يبحث أيضا عن التأثيرات الممكنة تأكيدها معمليا . ولناخذ قضية الاختلاف في سرعة الساعات ، ولنستبدل بها تردد الضوء الصادر من الذرات ، عندئذ ، وكما بين أينشتين عام ١٩٠٧م ، عندما نقارن الضوء المنبعث من ذرات على الشمس بمثيلتها على الأرض ، نجد أن الأولى أقل بجزء من المليون من الثانية ، ولأن هذا التأثير يتضح في انحراف بسيط لخطوط الطيف تجاه اللون الأحمر ، فانه يسمى « الانحراف الأحمر للجاذبية » .

أما فيما يتعلق بانحناء الضوء بفعل الجاذبية ، فلم يكن هناك من وسيلة متاحة في ذلك الوقت لاختبارها ، ولكنه في عام ١٩١١م توصل الى ذلك ، بحساب الانحراف في شعاع الضوء القادم من أحد النجوم ، عندما يتصادف مرور ذلك الشعاع بجوار الشمس ، حيث قدر الانحراف الظاهري في

(٦) يمكن تفسير ذلك بالآتي : تخيل أن ساعة الفرد السفلى تبعث بترددات ضوئية للعلوى ، فبسبب أن العلوى يتباعد ، فإن معدل وصول الموجات له تقل شيئا فشيئا ، ومن ثم يحدث الانحراف المشار اليه (ويسمى تأثير دبلز) ، أما الموجات الصادرة من العلوى للسفلى المقرب هذه المرة ، فإن تأثير دبلز سيكون في اتجاهه عكاس .

موضع النجم بمقدار $0.87''$ ثانية دائرية (٧) ، وأن هذا الانحراف يمكن الاحساس به خلال كسوف كلي .

وقد قام عالم الفلك الألماني ايروين فينلاي - فرويندليش **Erwin Finley-Freundlich** ، باحثا عن أدلة هذا الانحراف باختبار الصور الفوتوغرافية المتاحة عن الكسوف بلا نجاح ، ولما كان من المتوقع حدوث كسوف كلي في روسيا عام ١٩١٤م ، فقد سافر الى هناك لاختبار نظرية آينشتاين ، وقد كان عدم تمكنه من ذلك بسبب اندلاع الحرب نوعا من سوء الحظ ، ولكن كما سنرى فقد كان للأمر جانبه المشرق أيضا .

ورغبة منه في معرفة ما اذا كان انحراف أشعة الضوء هي واقعا بفعل الشمس ، فقد كتب آينشتاين من زيورخ في ١٤ أكتوبر عام ١٩١٣ م لعالم الفلك الأمريكي الشهير « جورج هيل **George Hale** » متسائلا عن امكانية اختبار ذلك دون انتظار للكسوف ، وبعد استشارة زملائه رد عليه باستحالة ذلك ، وكان لذلك أيضا جانبه المشرق . ولخطاب آينشتاين هذا أهمية كوثيقة شخصية ، خاضة وأنه كتبه بعد دعوته لبرلين ، ولكن قبل أن يغادر زيورخ . ويقول في هذا الخطاب انه يكتبه بناء على نصيحة زميله البروفيسور مورر **Mourer** ، وأيضا ، جعل البروفيسور مورر يكتب فقرة يقول فيها : « شكرا جزيلا على الرد على السيد الأستاذ آينشتاين ، زميلي المبجل في الكلية » وقد أعطى توقيع مورر مع خاتم الكلية الرسمي وزنا اضافيا . ومن هذا نرى أن آينشتاين كان حريصا على أن يعامل طلبته بجندية ، وأنه

(٧) التقدير الصحيح هو $0.87''$ ، ولكن آينشتاين لم يكن مامرا في الحساب .

بتواضعه الداخلى لم يكن متاكدا من أن اسمه فقط سيكون له التأثير المطلوب ، هكذا كان الرجل ، وتلك كانت طبيعته . وفى مثل هذه الظروف كان من المتوقع أن يولى أينشتين عناية خاصة فى كتابة الرسالة ، ولكنها لم تكن تخلو من كلمات مشطوبة ، فهو معنى بالمضمون الأساسى وليس بالشكل ، وتلك لمحة أخرى عن أينشتين الرجل .

وحتى بدون أدلة عينية ، كان أينشتين واثقا من مبدأ التعادلية الذى وضعه . وكان مدركا تماما أنه مجرد تصور مبدئى ، يعتبر بداية انطلاق تجاه شيء يحسه بشكل غامض وغير محدد ، ولم يتخذ شكله النهائى بعد . ولكنه كان يعلم بداخله أنه يحوى قدرا كبيرا من المفاهيم الطبيعية والجمالية ، وهى التى يسترشد بها . فأولا وقبل كل شيء فيها الوحدة الفنية ، حيث لا داعى لافتراض نوع من النسبية للتأثيرات الميكانيكية وآخر لبقية الفيزياء ، اضافة الى أنها بالنسبة له كانت المؤشر الحاسم أنه لم يكن واحدا أو حالما عندما رغب أن تكون الحركة كلها نسبية ، والأكثر من ذلك أنها أظهرت أن تحقق رغبته سيؤدى الى نظرية للجاذبية لا يمكن احتواؤها ضمن اطار نظرية النسبية الخاصة . وكما لو كان ذلك غير كاف ، سنرى الدقة غير العادية التى قاد به مبدأ التعادلية وصولا الى النظرية العامة للنسبية ، وكلها نابعة من تبصر مدهش ومفاجئ بخصوص تعادل كتلة القصور وكتلة الجاذبية فى نظرية نيوتن ، ولا معنى هذا عدم وقوع أينشتين

فى أخطاء خلال هذا العمل ، ولكن حدسه على الدوام كان يعيده للطريق الصحيح .

لا تتحقق الانجازات العلمية بسهولة . مازال أمام آينشتاين الكثير . ما هى خطواته التالية ؟ الى تأثير الجاذبية على سرعة الضوء ، حيث ان هذا يجب النظرية النسبية الخاصة التى تقول بثبات سرعة الضوء لكافة المشاهدين . كذلك كان المعروف بالنسبة لعلماء الطبيعة ولأكثر من قرن من الزمان أن قانون نيوتن عن « الفعل عن بعد » للجاذبية يمكن التعبير عنه بمعادلة « مجال » واحدة لحساب كمية رياضية متغيرة تسمى « جهد الجاذبية » . لماذا لا تلعب سرعة الضوء المتغيرة الدور النسبى لجهد الجاذبية النيوتونى ؟ كانت فكرة جيدة لاقت قبولا لدى آينشتاين ، ولكن بعد العمل عليها اتضح بأن التوصل لنظرية مقبولة عن الجاذبية ، لا يمكن أن يتم بسهولة . وكان هذا التخبط ارهاصا بفتح كبير ، لأنه اذا لم تكن سرعة الضوء المتغيرة كافية لتمثيل الجاذبية رياضيا ، فمن غيرها يكون ؟

لننعمش ذاكرتنا عن المختبرين الفضائى والأرضى . لو كان العمل الفضائى غير خاضع للتغير فى السرعة ، فإن الجسيمات الحرة تتحرك خلاله فى خطوط مستقيمة ، وسرعة ثابتة ، وذلك وفقا لقانون القصور الذاتى ، وللقانون الأول لنيوتن . وعندما ندخل التسارع على المختبر ستبدو الجسيمات وكأنها تتساقط لأسفل ، كما لو كانت تحت تأثير جاذبية كالتى فى العمل الأرضى .



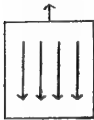
المسارات في معمل ض المسارات في معمل ف المسارات دون تصارع

وقد أعد أينشتاين خطة لهذه الحملة - ونفسرها بشكل مبسط : أولا ، نضع قانون القصور في شكله النسبي الذي ينص على أنه في نطاق الزمكان ، فإن الخطوط الكونية للجسيمات غير المتحركة تكون مستقيمة - عندئذ ، وبالتحويل الرياضي ، نمثل الموقف في المعمل الفضائي ، وبشكل تلقائي فإن ذلك يمثل الموقف في المعمل الأرضي فيزيقيا ، وبذلك يمكن الحصول على لمحة عن كيفية التعامل مع الجاذبية رياضيا .

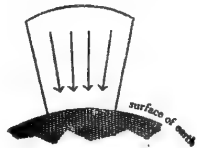
لماذا لمحة ؟ لماذا لا تكون نظرية متكاملة ؟ لأن النتائج تعبر فقط عن التأثيرات المحلية للجاذبية ، حيث أنه لو كان المعملان كبيرين بدرجة كافية ، عندها لن يكون التماثل تاما - ونرى ذلك في الشكل التالي، والذي يبدو فيه أثر انحناء الأرض حين يكون المعمل الأرضي كبيرا على افساد التماثل .

عموما ، كل لمحة تكون لها قيمتها حينما يكون الطريق غير واضح - وبالفعل كان الأمر كذلك ، فقد واجهت أينشتاين

مجموعة من المشاكل المتداخلة • فالتحرف الزمن بفعل الجاذبية بين لاينشتين أن الفراغ بارتباطه الحميم بالزمن ، يجب أن ينحرف هو أيضا بفعل الجاذبية • والأكثر من ذلك ، فان الانتقال الى المختبر المتسارع يستتبع تشوها في نظام الأبعاد للزمكان ، هذا التشوه يعنى أن الأبعاد لم تعد مرتبطة بشكل مباشر بمقاييس الزمن والأطوال القياسية • ولكونه كان محروما من أجهزة القياس الفيزيائية ، فقد أحس آينشتين بأنه ضائع ، ومضى وقت طويل قبل أن يتبين أن هنا أيضا توجد لمحة ، ولمحة قوية أيضا • لقد كان مضطرا لاعادة دراسة مشكلة المحاور والمقاييس برمتها ، ولم تكن المهمة سهلة •



اشعة متوازية
لأجسام ساقطة
في معمل ف كبير



مسارات متقاربة
للأجسام الساقطة
في معمل ض على
سطح الأرض

بصيرته النفاذة هي التي مكنته من الاستمرار • ليكن مدخلنا لهذه المسألة عن طريق التشبيه : سيارتان تصطدمان • يأتي الشرطي ليسجل بيانا بالمحاور ، الزمن والمكان ، للحدث ، ونفرض أن المكان هو تقاطع شارغى ٢٠ و ١٥ • عندئذ نتصور مدينة مخططة بصورة جيدة ، وموقعة على

ورقة مربعات ، مما يمكننا من تحديد المسافة بين موقع الحادث ونقطة الشرطة مثلا الموجودة عند تقاطع شارعى ٥ و ٨ . أما لو كان المكان قد حدد بأنه تقاطع شارعى كذا وكذا وأن نقطة الشرطة عند تقاطع شارعى كيت وكيت ، عندئذ نأخذ فكرة عن مدينة عشوائية ليس فيها ما يعطينا فكرة عن المسافات ، الا مع وجود خريطة .

ليس صحيحا أنه ليست لدينا أية فكرة . فنحن نعرف أن السيارتين حين اصطدمتا كان يفصل بينهما (صفر) زمن و (صفر) مسافة . وقد تقول ان هذا من التفاهة بحيث لا يستحق الذكر . ولكن ذلك كان بالتحديد الالهام الذى وافى أينشتين ، محاور الزمن والفراغ هى مجرد أدوات للتسمية . والفيزياء ، والتي تشكل عملية التصادم تلك مجرد حادثة ، تتعامل أولا وأخيرا مع الأحداث المتوافقة الحدوث ، وأيا كانت الاحداثيات المستخدمة ، فمثل تلك الأحداث ستظل متوافقة الحدوث .

وما أن يذكر ذلك ، حتى يبدو أمرا واضحا ، وهنا يكمن الجمال فيه ، مثل الكثير غيره من نفاذ البصيرة التى واثت أينشتين بعد صراع طويل . وأصبح الآن قادرا على المضى فى هذا الطريق الى نظرية النسبية العامة ، اذا كانت الحركة كلها نسبية ، لذا علينا قبول التشوهات فى نظم المحاور المختلفة ، حتى ولو كانت علاقتها بالمقاييس المباشرة مستحيلة التوصيف . ولعدة أسباب توصل أينشتين الى أن عليه ألا يفضل شيئا على الآخر ، وأن معادلات الطبيعة يجب أن توضح بشكل يجعل كافة أنظمة المحاور للزمكان على قدم المساواة ، وهو ما أسماه « مبدأ التماثل العام » Principle of general covariance .

وفى براغ حقق تقدما طفيفا فى تطبيق هذا المبدأ ،
فقد استشف ما سيقابله من مشاكل رياضية ضخمة ، وعند
عودته الى زيورخ عام ١٩١٢م اتخذ الخطوة الصحيحة
لمواجهتها . لقد بحث عن المساعدة ممن يملك الخبرة ، وكما
كتب فى رسالته المؤرخة ٢٩ أكتوبر ١٩١٢م : « اننى مشغول
بمشكلة الجاذبية » وأعتقد الآن اننى سأغلب على كل
الصعوبات بمعونة صديق من علماء الرياضيات . وهناك
شئ مؤكد ، هو اننى لم يسبق لى أن عانيت لهذه الدرجة ،
وأيضا اننى قد أصبحت مدينا باحترام كبير للرياضيات ،
وتلك الأجزاء الدقيقة منها ، والتي لسذاجتى كنت أعتبرها
رفاهية ، فبالمقارنة بهذه المشكلة تبدو النظرية الأصلية
لنسبية كالمبسط أطفال » .

ولم يكن ذلك الصديق سوى صديقه الحميم مارسيل
جروسمان ، والذي لجأ اليه وقت الحاجة للمرة الثانية . قد
يكون الحظ أو القدر ، فقد كان التخصص الرياضى
لجروسمان هو المناسب تماما لاحتياجات أينشتين ، ولولا هذا
الدعم الرياضى القوى لتأخر أينشتين طويلا فى التوصل الى
النظرية النسبية العامة . وبرغم ذلك ، فلا بد أن ذلك
التعاون كان غريبا ، لأن جروسمان ، وهو رجل رياضيات
متبحر ، كانت له رؤية مختلفة عن رؤية صديقه عالم
الفيزياء . وبين هذا الاختلاف بشكل طريف من خلال طرفة
يرويه أينشتين فى « ذكريات » ، والتي كتبت قبل وفاته
بقليل ، فى كتاب الاحتفاء بالعيد المئوى للبوليتكنيك
بزيورخ ، ويتكلم فيها عن أيام التلمذة : « ألقى جروسمان
يوما بملاحظة رائعة . لا يمكننى الا أن أورها هنا . إذ
قال : « أعترف بأنى تعلمت شيئا من دراسة الفيزياء ،

فسابقا كنت حين أجلس على كرسي تصيبني قشعريرة حينما أحس بالحرارة المتخلفة عن جسد الجالس قبلي عليه . ولكن ذلك قد زال ، لأنه في هذا الشأن بالذات فقد علمتني الفيزياء أن الحرارة شيء غير شخصي تماما » .

ولنتذكر أن المصاعب الرياضية التي واجهت أينشتاين كانت تكمن في صياغة معادلات تتفق مع مبدأ « التماثل العام » ، ويبدو أن أحد الزملاء في براغ قد أخبره بأن الأداة الرياضية المناسبة لتلك الصياغة موجودة ، ولكنه لم يبدأ في البحث عنها الا في زيورخ مع خلال المعونة الصادقة من جروسمان . ولم يكن سلاحا هينا من السهل التعامل معه ، ويسمى « رياضيات التانسور tensor calculus » (٨) وقد طورها في الأساس عالم الرياضيات الايطالي « جروجوريو ريتشي Grogorio Ricci » والذي قام بالخطوة الحاسمة فيها عام ١٨٨٧م ، نفس العام لتجربة ميكلسون مورلي ، وأيضا اكتشاف التأثيرات الكهروضوئية .

ولما كانت معادلات التانسور لا تفرق بين أنظمة الاحداثيات ، فقد كانت بالتحديد هي ما يحتاجه أينشتاين ، وبواسطتها وبمعونة جروسمان استطاع تنفيذ خطته في القيام بحملة لاكتشاف الهوية الرياضية التي يمكن بها تمثيل الجاذبية . وقد بدأ بالخطوط المستقيمة في الزمكان ، فملاحظة التأثير الرياضى للانتقال الى المعمل الفضائي ، استطاع التوصل الى أن سرعة الضوء ليست ثابتة ، وأنها مرتبطة بالجاذبية ، أما الآن فقد كتب المعادلات المناظرة عن الجسيمات الحرة الحركة التي كان يبحث عنها ، وبالاتصال

(٨) تسمى أيضا « الكميات الممتدة » ، و « المتوترات » وهو نوع من الرياضيات يتعامل مع مصفوفات المتجهات على مستوى معقد - (المراجع) .

الى الاحداثيات العامة المحرفة ، فقد قاده ذلك الى معادلة تنسور على أعلى قدر من الأهمية الهندسية ، ويسمى « التنسور المترى metrical tensor » .

ويبين مثال ثنائي الأبعاد دور ذلك العامل المذكور ، حيث يمكن تحديد وضع نقطة على سطح المحيط بتعيين الاحداثيين ، خط الطول وخط العرض ، وعندما يقوم قارب برحلة ، وإذا علمنا احداثيات نقطة البدء ونقطة الوصول ، وافترضنا أن القارب قد اتخذ أقصر الطرق ، أمكننا أن نقيس المسافة الفعلية التي قطعها القارب ، رغم أن التغير في احداثيات الطول والعرض ليس مسافة ، ولكن ما يمكننا من أن نحول تلك التغيرات الصغيرة المتعددة الأحداث مباشرة الى المسافة المقطوعة هو ذلك العامل الرياضى ، حين يكون على صورة ثنائية الأبعاد . وفى عام ١٨٢٧م ، قبل ظهور فكرة التنسور بوقت طويل ، بين عالم الرياضيات الألماني الكبير كارل جاوس Karl Gauss من جوتنجن ، أن مثل ذلك العامل يحوى دلالات هندسية عميقة ، وإذا ما أجرينا عليها بعض العمليات الرياضية المعقدة يمكن أن نتعرف على طبيعة السطح الذى نكون موجودين عليه ، كأن نجد أننا على سطح منحني كجزء من كرة ، وليس مثلاً على سطح منحني كسرج حصان ، أو مسطح كجزء من مستو . والأهم من ذلك أننا نتوصل لذلك بشكل جوهري ونحن فوق السطح ذاته ، أى بلا أية اشارة لشيء خارج هذا السطح .

وإذا لم يكن حدس آينشتين قد أخذه بميدا ، وإذا كان مبدؤه «التعادلية» ، والذى لم يخضع للاختبار بعد ، جديراً بالثقة ، عندها فإن التنسور الرياضى الأبعاد للزمكان ، وهو الذى يربط الاحداثيات بالمقاييس ، يصبح هو الهوية التى

تمثل الجاذبية ، ومن هنا برزت الخلاصة البارزة بأن الجاذبية لا بد وأن تكون أساسا هندسية .

وبسبب دور الجاذبية المكتسب حديثا للتنسور المذكور ، فقد رمز له أينشتين وجروسمان بالرمز γ ، وحيث ان هذا الرمز يحتاج لدليلين ، فقد أعطى الشكل $\gamma_{\mu\nu}$ وعندما قرر أينشتين استعمال ذلك الرمز لتمثيل الجاذبية ، فإنه قد اتخذ خطوة جبارة ، لأنه حسبما نذكر أنه يمكن التعبير عن نظرية الجاذبية لنيوتن بمعادلة مجال واحدة ، عن جهد جاذبية فردى ، ولكن صياغة التنسور هي صياغة موجزة ، وفي الأبعاد الأربعة فإن الرمز البسيط $\gamma_{\mu\nu}$ يمثل عشر كميات رياضية ، أما القفزة الدرامية مع جهد واحد الى عشر فقد كانت جراحة بلا حدود ، وبسبب جراته هذه أصبح أينشتين في مواجهة مهمة التوصل لايجاد عشر معادلات متوافقة للمجال الجاذبية .

وفي عام ١٩١٣م قام أينشتين وجروسمان بنشر بحث ثنائي فتح آفاقا جديدة لأبحاثهما ، وضع أينشتين الجانب الفيزيائي منه ، بينما تولى جروسمان الجانب الرياضي . وفي ١٩١٤م نشر اسويا بحثا جديدا ، وباستعادة هذه الأبحاث والتأمل فيها نرى الى أى مدى كان العالمان قرييين من تحقيق هدفهما ، فقد كانت كل المكونات الرياضية متاحة عمليا ، وكذلك ، وكما لاحظ أينشتين لاحقا ، فقد أخذنا في الاعتبار معادلات المجال الفعلية ، ثم تركاها لأسباب بدت في حينها قهرية . فلان المشاكل شديدة التعقيد لتفسير الفيزياء لم تكن قد حلت بعد في ذهن أينشتين ، فقد اعتقد أنه قد أثبت

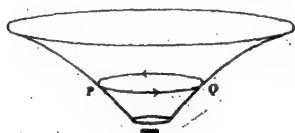
أن اعتبار كل نظم المحاور على قدم المساواة يتعارض مع مبدأ السببية ، وفي موضع بارز من بحثهما الأول قدم الباحثان تراجعا رئيسيا على أسس جمالية ، فهما لم يسمحا بتغيرات في الاحداثيات يمكن اعتبارها مرتبطة بالعجلة ، وقد سبب لهما ذلك قلقا شديدا ، وفي بحثهما الثاني حققا علجا جزئيا ، لكن معادلاتهما لم تتوافق مع مبدأ التماثل العام . وقد قال أينشتين فيما بعد انه تخلى عن ذلك المبدأ « بقلب مثقل » .

وعندما غادر أينشتين زيورخ الى برلين في ١٩١٤م ، انتهى عمليا ذلك التعاون العلمي ، دون أن ينجز مهمته . ولكن أهميته كانت لا تقدر ، لأن جروسمان زود أينشتين بالأذوات الرياضية المتخصصة المناسبة كي يجاهد في برلين وجيدا في رسالته المستمرة .

لا يمكننا الحديث في هذا المقام عن المشكلات التي استطاع التغلب عليها ، لقد استغرق الأمر سنتين من العمل في اتجاه خاطيء قبل أن يكتشف ، من بين أشياء أخرى ، أنه لا اعتراض فيزيائيا على التعامل مع نظم المحاور على قدم المساواة ، وأن مبدأ التماثل العام لا يتعارض مع مبدأ السببية .

وبدءا من هنا كان التقدم سريعا ، وبحلول عام ١٩١٥م ، توصل أينشتين لمعادلات المجال للجاذبية التي كان يسمى اليها . وكانت نظريته بمجرد ظهورها رائعة في بساطتها ، ولم تعتبر الجاذبية قوة بل منحني أساسيا للزمكان . فالأجسام الصغيرة كالكواكب تدور حول الشمس في أفلاكها ليس بسبب جاذبية الشمس لها ، بل ببساطة لأن الزمكان المتقوس

حول الشمس لا وجود للخطوط الكونية المستقيمة فيه .
 وإذا كان الخط المستقيم يعرف بأنه أقصر بعد بين نقطتين ،
 فإنه على الأسطح المنحنية يعرف ذلك بحسب طوبوغرافية
 السطح ، والكواكب بالتالى تسلك أقصر مسافة حول الشمس .
 وعلى ذلك فالأجسام تخضع لقانون نيوتن الأول ، قانون
 القصور الذاتى بالدرجة التى تماشى فيها ذلك مع منحنى
 الزمكان . ويفيدنا فى هذا الصدد رسمان تصويريان ، الأول
 يبين من خلال سطح ثنائى الأبعاد نوعية منحنى الجاذبية
 الثلاثى الأبعاد للفراغ المحيط بالشمس ، والمنحنى مبالغ
 فيه ، وبسبب هذا الانحناء فإن الكوكب الذى يريد التحرك
 سيكون مساره الخط PQ كالمبين بالرسم ، ومن ذلك نتبين
 كيفية دوران الكواكب حول الشمس .



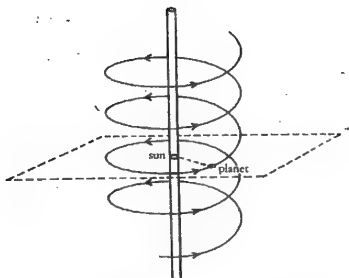
الشمس

الغيب فى ذلك الشكل أنه لا يبين البعد الزمنى ،
 ولا الانحناء فى الزمن . ورغم أنه يفهم ما صحيح رياضياً ،
 إلا أنه من ناحية أخرى زائف خاطئ ، لأن الباعل الأساسى
 وراء حركة الكواكب ليس فى انحناء الفراغ ، ولكن فى

انحناء الزمن ، والذي ، كما سيتضح فيما بعد ، يمكن ربطه
بالسرعة المتغيرة للضوء فى مجال الجاذبية . هذا الارتباط
المدعش بفكرة أينشتاين المبكرة فى التعامل مع سرعة الضوء
كجهد جاذبية هو شهادة اضافية لقدرة حدس أينشتاين . مع
الصعوبة بمكان بيان انحناء الزمن فى الأشكال التصورية ،
ومع ذلك ، وبدون بيانه تصويريا ، لنرسم الشكل التالى الذى
يتضمن الزمن كبعد يتجه لأعلى الصفحة ، ويمثل الخط
المزدوج الخط الكونى للشمس ، والخط اللولبى خطا كونيا
لكوكب ، يتحرك فراغيا حولها ، ولنتصور أننا على مسطح
يمثل « الحاضر » ، وحيث ان الوقت يتحرك باتجاه المستقبل،
فان المسطح يرتفع فى الشكل ، وتذكر أننا نمثل الوقت
كبعد يشير لأعلى ، وبارتفاع المسطح فان اللولب يتقاطع معه
فى نقاط متتابة تبدو على المسطح كنقطة واحدة فى مدار
حول الشمس .

كل واحد من هذه الأشكال هو بالتأكيد غير كامل ،
ولكنها مؤشرات تعطى انطباعا لما يحدث بطريقة تقريبية ،
وبهذا تكون لدينا صورة لا بأس بها عن مجريات الأمور عند
آينشتاين .

ماذا عن معادلات مجال الجاذبية لدى أينشتاين التى
تحكم منحني الزمكان ؟ هناك عشر متحنيات ، وهى بالغة
التعقيد . لو كتبت بشكلها الكامل بدون استخدام صياغة
التنسور للمات كتايضا ضخبا مليئا بالرموز المعقدة ، ولكه
بتلك الصياغة تبدو رائعة الخيال والاهجاز .



Planet

sun

now Platform

كوكب

الشمس

مسطح (الآن)

قد يبدو من المضحك أن نتحدث عن الجمال رغم أننا سبق أن قلنا انها قبيحة ومملة - ولنتساءل : كيف توصل أينشتين لهذه المعادلات ؟ هل خمن المصطلحات المختلفة ، مئات وآلاف ، بل وملايين منها ، وكلها شديدة الجفاف ؟ مستحيل ، إذن ، كيف توصل لها ؟ وهنا يكمن الجمال والاعجاز ، لأن رياضيات التنسور تشمل قواعد صارمة ، ولهذا فقد فرض أينشتين بعض الشروط المخففة ، بغية التبسيط ، وبمدها أخذ في البحث عن عشر معادلات ، تمثل الجاذبية فيها بالمعامل $g_{\mu\nu}$ فقط - ولكنه وجد يديه مفلولتين ، لأنه بإصراره على التبسيط لم تتحرك حسابات التنسور له خياراً - كانت معادلات المجال تتحدد بشكل فريد ، وفي الصياغة كانت موجزة ، وأعطتها طبيعتها المطلقة في الشكل والمضمون جمالاً لا يوصف - ولو أنها كتبت بشكل مفصل وبالكامل لأدى أى خطأ تافه الى أن تفقد التطابق مع شروط التماثل العام -

هنا ، وهنا فقط يبدأ الاحساس بالمكانة الحقيقية لحس أينشتين ، ما هي البدايات التي أدت الى هذا الهيكل الفريد الرائع ؟ هي أشياء متعددة ، كنظرية نيوتن ، والنظرية النسبية الخاصة بالطبع ، وفكرة منكوفسكي عن الكون رباعي الأبعاد ، ونقد ماك. لنظرية نيوتن ، أيضا فان الاطار الرياضي قد أعد بالفعل وستحدث عنه بمزيد من التفصيل فيما بعد . ولكن ، ماذا بعد ذلك ؟ مبدأ « التعادلية » ، ومبدأ « التماثل العام » ، ولا شيء سوى ذلك ، لكن أية بصيرة نفاذة تلك التي جعلته يختارهما منذ البداية ليكونا دليله دون أن يعلم مسبقا الى أين سيصلان به ؟ وكونهما قد قاداه الى معادلات شديدة التعقيد ، ولكنها غاية في البساطة ، وهي في حد ذاتها انجاز بارز . ولكن وقد وصل لتلك المعادلات ، هل حقا كانت تستحق كل هذا العناء ؟ ان هذا يمكن وضعه في محك الاختبار على الفور . ان حركة أقرب نقطة لكوكب عطارد بالنسبة للشمس (تسمى الحضيض الشمسي perihelion) يشوبها انحراف قدر آنذاك مع أربعين الى خمسين ثانية قطرية كل قرن (٩) ، وهو انحراف ، على تفاهته لم يكن له تفسير على الاطلاق طبقا لنظرية نيوتن .

وفي عام ١٩١٥م أعلن أينشتين أن نظريته الجديدة تعطي بالفعل تقدما في حركة الحضيض الشمسي لعطارد مقداره ٤٢ ثانية قطرية لكل قرن ، وكانت هذه النتيجة المذهلة ، والتي أعلنت في الأكاديمية البروسية ونشرت في وثائقها ، ذروة سنوات من الالهام والمثابرة كتب عنها أينشتين قائلا :

(٩) تبين الحسابات الحديثة والاكثر دقة انه في حدود ٤١.٥ الى ٤٣ ثانية .

« فى ضوء المعارف المتاحة تبدو الانجازات الموفقة كما لو كانت مسألة طبيعية ، يمكن أن يتوصل إليها أى دارس نابه بغير كثير من العناء » ولكن سنوات البحث المتلهف فى الظلام والمجهول بمعاناتها الشاقة ، والتذبذب بين الأمل واليأس ، والانهاك ، ثم الخروج فى النهاية الى دائرة الضوء .. لا يدركها الا من كابدها فقط » .

وفى حساب الحضيض الشمسى لعطارد لم يكن هناك مجال للتزييف ، فليس من شئ يمكن تعديله ليوائم الحقيقة ، ولم يكن هناك مجال للمناورة ، اذا لم تأت النتيجة من تلقاء نفسها ، ٤٢ ثانية باتجاه الامام ، سيكون فشل النظرية .

وقد كتب آينشتين لصديقه الأثير بول إيرنست فى هولندا فى يناير عام ١٩١٦ : « تصور مدى سعادتي بثبوت مبدأ التماثل العام ، وكذلك النتائج التى أوجدتها المعادلات عن حركة الحضيض الشمسى الصحيحة لكوكب عطارد ، لقد عشت فى نشوة لأيام » .

ونعيد للأذهان ملاحظة آينشتين أنه قد أصبح يكره احتراماً كبيراً للرياضيات ، لم يكره ذلك فقط بسبب رياضيات التنسور . فقد مهد علماء الرياضيات له الطريق بأفضل مما قدر هو آنذاك ، وذلك بما لهم من نفاذ بصيرة خاصة بهم . لقد كانت نظرية النسبية العامة مخالفة للهيكل التقليدى الجميل فى كتيب « الهندسة المقدسة » الذى أثار آينشتين فى صدر شبابه . وفى قلب نظريته الانكار الصريح لنظرية فيثاغورث ، التى توصل لاثبات لها بنفسه فى مطلع حياته ، بدون مساعدة خارجية . وليس كون أطروحة الدكتوراه

لجروسمان عن « الهندسة غير الاقليدية » أقل ما جمع بين الرجلين من المصادقات . فهذه العبارة وحدها مؤثر على أن نشاط علماء الرياضيات لم يكن هباء . لقد بدا وجود بديل قابل للتطبيق أمرا مستحيلا لأغلب دارسي مبادئ الهندسة ، وقد أعلن الفيلسوف كانت أنه لا غنى عن الهندسة الاقليدية ، فهي ضرورة للفكر الانساني . ومع بدايات القرن التاسع عشر ، استطاع علماء من ذوى الجرأة وضع بدائل غير اقليدية ، وعلى ذلك ، وكما بين جاوس ، فانه لمجرد أن وجد اقليدس منافسين له ، أصبحت الهندسة بالضرورة علما تجريبييا .

يهتمنا بصفة خاصة في هذا المجال عالم الرياضيات الألماني برنارد ريمان Bernard Rieman من جوتنجن ، بدءا من عام ١٨٥٤ . مؤسسا على الأعمال الرائدة للمجرى وولفجانج بولاي Wolfgang Bolai والروسي نيكولاي لوباشيفسكى Nikolai Lobachevski وجاوس ، وقد وضع تصورا لنمط عام فى الهندسة ، تمثل فيها الهندسة الاقليدية ركنا من صرح هائل ، فهي هندسة تقوم على تعدد الأبعاد ، بما يصل الى تجدى التصور الطيىمى . كانت هذه الهندسة الريمانية متعددة الأبعاد ذات الانحناءات غير المنتظمة هى بالضبط ما يحتاج اليه آينشتين .

كذلك ، وكما نتذكر ، فقد توصل جاوس الى وسيلة رياضية معقدة يمكن بواسطتها التعرف مع تنسور ثنائى الأبعاد على طبيعة السطح الذى ينتمى اليه هذا التنسور ، وقد عمم ريمان ، ومعه وعلى استقلال الوين كريستوفل Elia Christoffel ذلك الى الأبعاد المتعددة . ومن ذلك اكتشاف ، وقبل وضع رياضيات التنسور كمية رياضية قوية تسمى

حاليا « تنسور ريمان - كريستوفل » أو تنسور الأسطح المنحنية ، وهى مبنية بصفة فريدة على التنسور المترى ، وفى القلب منها العناصر الأساسية لمعادلات المجال الموحد للجاذبية لاينشتين . والأكثر من ذلك ، فان ريمان ، ومعه الانجليزى ويليام كليفورد William Clifford قد سمحا تخيالهما بالشطط وتصورا أن المادة ما هى الا تكور فى الفراغ . وبالنسبة لكليفورد ، فمن الجدير بالذكر أنه حين اكتشف بشكل مستقل تنسور الأسطح المنحنية أصبح أستاذا بكلية الهندسة بنيورخ .

ماذا لو كان ريمان عالما بالزمكان ، هل كان سيتصور أن المادة هى تكور فى الزمكان الرباعى الأبعاد بدلا من كونه تكورا ثلاثى الأبعاد ؟ نعم بكل تأكيد . اذن ، فهل كان بإمكانه وضع نظرية آينشتين عن الجاذبية ؟ من السهل أن نجيب بالإيجاب ، ولكن الدلائل عكس ذلك ، ذلك أن مسيرة آينشتين لم تكن فيزيقية . . . أكثر منها رياضية ، بل كانت حدسية أكثر منها فيزيائية . وبدون ادراك ذلك لا يمكننا تقدير انجازه بشكل صحيح ، حيث لم يكن هناك طريق منطقى ممهد ليسلكه . لقد أسس بنيانه ، كما نعلم ، على مبدأى التعادلية والتماثل العام . وبالنسبة للمبدأ الأول ، فان الكثير من الخبراء ، والذين لم ينكروا وزنه ، أخذتهم الحيرة ماذا يقصد به حقا . بالنسبة للمبدأ الثانى ، فقد اعتقد آينشتين أن نظريته اليه على أنه يعبر عن نسبية الحركة كان اعتقادا خاطئا (١٠) . والأسوأ من ذلك ، فان مبدأ

(١٠) هذا الاعتقاد مؤسس ، بالإضافة لاشياء أخرى ، على الخلط بين نظم الأبعاد وبين الأطر المرجعية reference frames وهو ما لم نتعرض له ، فالكثير من المشاكل التى كان على آينشتين أن يواجهها كانت دقيقة بشكل مريب .

التماثل العام ، كما ألحنا بسرعة ، هو من زاوية ما فارغ المضمون ، حيث ان أية نظرية فيزيائية يمكن التعبير عنها رياضيا يمكن أن توضع على صورة تنسور ، ولا ينطبق ذلك على نسبية أينشتين فقط ، بل أيضا على نظرية نيوتن .

ومع الاعتراف بكل ذلك ، فان أينشتين كان يجادل في أن المبدأ مع هذا يحوى مضمونا اذا ما سأل المرء عن أبسط وأرشق صياغة لمعادلة تنسور تتفق مع الموقف . وفى الواقع ، فان اصراره على أن يعبر عن الجاذبية بعشرة معاملات رياضية مشتقة من المعامل $g_{\mu\nu}$ أعطت للمبدأ مضمونا قويا ، لرجل مثل أينشتين .

ومع ذلك ، فحين نرى الى أى مدى كانت الركائز الظاهرية التى بنى عليها نظريته مهتزة للخفاية ، عندها لا نملك الا الاعجاب بذلك الحدس الذى قاده الى هذا الانجاز العظيم . مثل هذا الحدس الملهم هو جوهر المبقرية . ألم تكن أسس نظرية نيوتن مهتزة ؟ وهل يقلل ذلك من قيمة ما أنجز ؟ ألم يؤسس ماكسويل بناءه على نموذج ميكانيكى يدائى رآه هو نفسه غير معقول ؟ انها المبقرية تعرف وسط الضباب أين يكون الاتجاه . وفى الرحلة المضنية فى بلاد مجهولة تدعم ثقتها بمجادلات تخدم أهدافا نفسية لا منطقية . وليس من ضرورة أن تكون تلك المجادلات صحيحة ، طالما أنها تخدم الاتجاه غير العقلانى ، المبنى على البصيرة اللاواعية التى تقود المسيرة . بالتأكيد نحن لا نطلب أن تكون صحيحة بالمفهوم الضيق ، حيث ان من ينشد ثورة علمية يبنى منطقته على ذات المبادئ التى يريد نقضها . فعلى سبيل المثال - وهو ما سيكون له وقع الصدمة ، ليس فى النظرية النسبية العامة تعريفات قاطعة للكتلة والطاقة -

لقد جاءت نظرية آينشتين وسط حرب كئيبة يمكن لأي طرف فيها أن يحقق نصرا مؤزرا ، أو يمتنى باندحار مريع ، ولقد سببت النظرية موجات من الاهتمام خارج المحيط العلمى الذى كانت موجهة له . وفى عام ١٩١٦ طلب أحد الناشرين الألمان من آينشتين أن يكتب تفسيرا للعامة عن نظريته ، وظهر الكتاب بالفعل عام ١٩١٧ ، وباستخدام مبادئ الرياضيات فقط نجح فى ايجاز نظريته فى سبعمين صفحة واضحة ورائعة ، وان ظلت خارج مدى الرجل العادى ، ولكن ليس لنا أن نلومه على ذلك ، الا اذا انصب اللوم على وضعه لنظرية بهذا التعقيد . ولظروف ندرة الورق خلال أيام الحرب لم تطبع الا كمية محدودة ، ولكن الكتاب سد احتياجا بشكل واضح . وفى عام ١٩١٨ ، وبينما تمانى ألمانيا من الضغط والحصار والمجاعة ، كان ذلك الناشر تراوده فكرة طبعة ثالثة ، فأقدم بغير حماس أو تفاؤل على طلب كمية من الورق لطباعة ثلاثة آلاف نسخة ، ولقد دبرت له الحكومة الورق .

كان الجمال الكامن فى نظرية النسبية العامة ، وما حققته بالنسبة لتصحيح حركة الحضيض الشمسى لقطارد أدلة كافية لآينشتين على صحة حدسه ، وفى حديثه عن نتائج الحضيض الشمسى فى كتابه المبسط عن الجاذبية ، قال عن الانحراف الأحمر نتيجة الجاذبية ، وانحناء الضوء : « لا شك عندى فى أن هذه الاستنباطات سوف تثبت أيضا » ، كما أسر للمقربين له بثقته فيها . ولم ينتظر المزيد من التأكيد ، بل مضى وعلى الفور نحو تطورات جريئة جديدة ، وفى عام ١٩١٦ ، ومجددا فى ١٩١٧ ، وهو العام الذى شهد الثورة الروسية ، وتلاه وصول الشيوعيين للسلطة ، استطاع تحقيق

فتمعين علميين بارزين ، كان ثانيهما نسبيا ، بعكس الأول ، ولكن لا داعى لقطع حديثنا ، فلنتركهما جانبا قليلا .

لم يقدم التصحيح فى حركة عطارد تنبؤا ، فالعيب كان معروفا بالفعل ، ولكن التنبؤ الذى قدمته النظرية كان فى الانحراف الأحمر وفى انحناء الضوء ، واثباتهما سوف يساعد على اقتناع بقية العلماء . ومن الملفت للنظر أن الانحراف الأحمر الذى استنتجه من مبدأ التبادلية البسيط ، كانت له نفس القيمة التى استنتجها من النظرية النسبية العامة الشامخة . والأهم من ذلك أن قيمة انحناء الضوء فى النظرية الجديدة جاء ضعف ما توقعه من قبل ، فقد توقعه الآن بمقدار ١٧ من الثانية القطرية .

وقد شوهت الحرب الشخصية العالمية للعلم ، لم يعد هناك تدفق للمعلومات بين البلدان المتحاربة ، ولكن حياذ هولندا لم ينتهك ، وكان عالم الفلك الهولندى ويليم دى سيتر William de Sitter فى لايدن على اتصال بزميله الانجليزى آرثر ايدنجتون Arthur Eddington ، وقد أرسل اليه فى عام ١٩١٦ بنسخة من ورقة صعبة عن شرح آينشتين للنظرية النسبية العامة ، وقد تحمس لها الأخير ، وقد ذكر فى تقرير رسمى مطول : « سواء أصبحت النظرية أم لا فى نهاية الأمر ، إلا أن الذى يسترعى الانتباه كونها من أجمل الأمثلة على قوة التفكير الرياضى » .

وخلال سنوات الحرب خطط كل من ايدنجتون وفرانك دايسون Frank Dyson عالم الفلك البريطانى بدعم من الحكومة لارسال بعثتين ، الأولى الى قرية سوبرال Sobral فى البرازيل ، والثانية للجزيرة البرتغالية الصغيرة برنسيب

Princip. قبالة الساحل الغربى لأفريقيا . لقد كان متوقعا
أن يحدث كسوف كلى للشمس فى هذيع المكائين فى ٢٩ مايو
١٩١٩ ، وكان الغرض من البعثتين اختبار نظرية آينشتين
التي اتخذت شكلها النهائى فى برلين ، عاصمة الأعداء .

ورغم سوء الطقس فى برنسيب ، كتب ايدنجتون فى
تقريره الرسمى : « منذ العاشر من مايو لم تسقط أمطار
عدا فى يوم الكسوف » وتبين بعض الصور التي التقطها هو
ومساعدوه نجوما تظهر من خلال السحب ، وقام بلهفة
باجراء المقاييس عن أفضل الصور المتاحة ، ولسروره
البالغ . . أيدت كلها النظرية الجديدة !! وقد ذكر ايدنجتون
أنها أعظم لحظات حياته .

ظل هناك الكثير مما يجب عمله فى انجلترا قبل امكان
التوصل للتقييم الكامل للنتائج من برنسيب وسنوبرال ،
ورغم توقف القتال الا أن الحرب ظلت قائمة بشكل واقعى ،
وكانت الاتصالات بين ألمانيا وانجلترا مستحيلة عمليا ، وغير
المباشرة معرضة للتأخير ، وبحلول سبتمبر بلغت الاشاعات
آينشتين عن النتائج الايجابية لتجارب الكسوف ، وأرسل له
لورنتز فى ٢٢ سبتمبر برقية ، تأخرت فى الطريق ، يؤكد
ذلك ، وقد رد آينشتين ببرقية مماثلة : « عرفانى من القلب
لك ولايدنجتون . . تحياتى » . ولهذا وجد آينشتين سعيدا
للفاية عندما أرسل لأمه المشرفة على الموت فى سويسرا بطاقة
بريدية فى ٢٧ سبتمبر يقول فيها : « أمى العزيزة ، لدى
اليوم أخبار طيبة ، لقد أبرق لورنتز يخبرنى أن البعثة
البريطانية أثبتت فعليا الانحراف الضوئى » .

لكن الأنباء لم تصبح رسمية بعد ، ففي نوفمبر ١٩١٩ عقد في لندن اجتماع تاريخي مشترك للجمعية الفلكية الملكية ، والتي كان نيوتن عام ١٧٠٣ قد انتخب رئيساً لها قبل قرنين من الزمان ، وأعيد انتخابه حتى وفاته بعد أكثر من عشرين عاماً . والآن ، وفي ١٩١٩ ، مازالت ذكرياته حية في أذهان العلماء المجتمعين . وصورته الزيتية تصدر الحائط ، عندما كان جوزيف جون تومسون Joseph John Thomson مكتشف الالكترون ، رئيس الجمعية والعائز على جائزة نوبل يقرظ أعمال أينشتاين قائلاً : « أحد أعظم ، وربما الأعظم ، بين كل انجازات الفكر الانساني في التاريخ » . وأعلنت الجمعية رسمياً لكل العالم أن نتائج بعثتي الكسوف الشمسي أظهرت أينشتاين على نيوتن .

وقد زادت الحرب التي توقفت لتوها من درامية الموقف بلا شك ، فلو لم تقع ، وأمكن مشاهدة الكسوف عام ١٩١٤ ، وكان توقع أينشتاين للانحراف مخطئاً ، فلنتصور المتاهة التي كان يمكن أن يقع فيها ، وربما ظن الناس أن حساباته كانت عشوائية ، ولفقد الموقف تأثيره الهائل .

ولكن الحرب وقعت بالفعل ، وثبتت صحة الانحراف الضوئي في ظروف غاية في الدرامية ، وفي وقت كانت فيه الدول منهكة من الحرب ، وعذبة القلب . لقد أنارت الأشعة المنعنية عالماً من الظلال ، وكشفت عن توحّد الانسانية التي سمت على دواعي الحروب . وحملت الصحف البريطانية الأنباء المثيرة ، دون أن تهتم بربط أينشتاين بألمانيا ، وسرعان ما انتشرت في كل العالم . وكتب أيدنجتون من بريطانيا لأينشتاين في ديسمبر عام ١٩١٩ : « كل بريطانيا تتحدث عن

نظريتك ، لقد كان لها تأثير هائل . هي أفضل ما يمكن
حدوثه للعلاقات العلمية بين انجلترا وألمانيا .

لقد لعب القدر دورا غير متوقع ، لقد أصبحت الأشعة
المنخرقة الواهنة الجماهير ، وفجأة أصبح أينشتاين مشهورا
عالميا ، هذا الرجل البسيط الجوهري ، الباحث المتمحصر عن
الجمال الكوني ، أصبح الآن رمزا عالميا ، يؤرث لاعتجاب واسع
الانتشار ، ثم لكراهية عميقة الجذور !

الفصل التاسع

من برنسيب

الى برنستون

كان الترحيب الشعبى محيرا بالنسبة لآينشتين ، كذلك كانت النظرية النسبية لرجل الشارع . وتصاعدت بشكل كبير مبيعات كتابه الصغير ، وظهر وبسرعة العديد من الترجمات . وفى انجلترا ألح الناشر على المترجم لكتابة شرح موجز ليستخدمه البائعون ، فقد واجهوا جهلا كبيرا فى عقول العامة حول معنى النسبية ، وقد ظن الكثيرون أن لها ارتباطا بالعلاقات بين الجنسين .

وفى ١١ فبراير من عام ١٩١٩ انتهى زواج آينشتين بطلاق ودى ، احتفظت فيه ميليكاً بحضانة الطفلين على أن يتحمل آينشتين الانفاق على ثلاثتهم ، وقد وافق آينشتين أيضا على اعطائها المكافأة المالية لجائزة نوبل ، ولم يكن قد حصل عليها بعد ، ولكنهما كانا على ثقة من حصوله عليها .

وقد أقام فى برلين خلال سنوات الحرب فى غالب الأحيان لبدى ابن عم والده ، رودلف آينشتين ، وكانت زوجته هى خالة آينشتين ، ولذلك فقد كانت ابنتهما قريبة له من

الناحيتين ، وقد لعبا سويا وهم أطفال فى ميونخ ، ولكنها
 أرملة فقد عاشت فى منزل والدها مع ابنتيهما ، الزا ومارجوت ،
 وعندما أصيب أينشتين بمرض معوى شديد ، قامت بتمريضه
 حتى استعاد عافيته • كان بينهما دوما رباط قوى ، وتزوجا
 فى يونيو ١٩١٩ ، وقد قامت برعايته كما لو كان طفلا
 محتاجا للتدليل ، وقد كان فى بعض النواحي كذلك بالفعل •
 وقد باعدت بينه وبين صفائر الحياة وتدخلاتها المنفصة •
 لكن لا أحد يمكن أن يحميه من أحزان وآلام الحياة •
 كانت أمه فى المراحل الأخيرة من مرض السرطان ، وقد
 حضرت لتقضى أيامها الأخيرة المليئة بالآلام مع ابنها •
 وتوفيت هناك فى فبراير عام ١٩٢٠ • وأصبح أينشتين
 وحيدا • وفى خطابه فى بداية مارس لماكس بورن ، الذى
 أرسل يسأله النصيحة حول الاستقرار فى جوتنجن ردا قائلا :
 « ليس للمهم أين تستقر • اضافة الى أنتى كرجل بلا جذور
 لست مؤهلا لتقديم المشورة • فرفات أيبى مدفون فى ميلانو ،
 وقد دفنت أمتى هنا منذ أيام قليلة ، وقد عشت متنقلا وبشكل
 مستمر حتى الآن ، وكنت غريبا فى كل مكان • أولادى فى
 سويسرا فى ظروف تجعل رؤيتى لهم مهمة صعبة • فالوضع
 المثالى لرجل مثلى هو أن يكون بيتى فى أى مكان مع من أحبهم
 وأثق فيهم ، لذلك ليس من حقى أن أعطى النصيحة بهذا
 الشأن » •

وفى الخطاب صدى من رسالة سابقة ، ففي عام ١٩١٩ ،
 وقبل الاعلان عن نتائج الكسوف بوقت قليل ، قضى أينشتين
 أوقاتا طيبة مع إيرنفست وعائلته ، خلال زيارة علمية
 لهولندا • وفى شكره على ذلك كتب أينشتين : « سنظل على
 اتصال شخصى وثيق فيما بيننا من الآن فصاعدا ، وأنا أعلم

أنه أمر طيب لكلينا ، وإن كلا منا يخفف من احساس الآخر
بالوحدة في هذا العالم » .

وقد فرضت العالمية على أينشتين التزامات لم يمكنه
ضميده من التغلص منها . كان في وضع فريد يمكنه من
المساعدة على تضيق فجوة الخلافات بين الدول ، كانت حربا
مريرة ، ورغم توقف القتال إلا أن مشاعر المرارة ظلت سائدة
بين المنتصر والمهزوم . وعلى سبيل المثال ، قررت الجمعية
الفلكية الملكية في إنجلترا منح أينشتين الميدالية الذهبية لعام
١٩٢٠ ، ولكن الأعضاء « الوطنيين » فيها استطاعوا تجنيد
الأصوات السكافية لرفض الترشيح ، وعلى ذلك لم تمنح
الميدالية اطلاقا ذلك العام ، ولم تستطع الجمعية منحه الجائزة
المذكورة الا عام ١٩٢٦ .

وفي عام ١٩١٨ تنازل القيصر عن الحكم ، وتولت
السلطة في ألمانيا حكومة جمهورية . وفي ملاحظات أينشتين
بخصوص محاضراته الأسبوعية عن النسبية للفصل الدراسي
الشتوي (١٩١٨ - ١٩١٩) لا يجد المرء أى موضوع علمي
مطروحا يوم ٩ نوفمبر . فقد كتب بدلا من ذلك : « ألقى
بشئب الثورة » . ورام هذه الملاحظة الموجزة كانت بعض
الوقائع المضطربة ، التي وجد أينشتين نفسه بطريق عرضي
قد انغمس فيها بشكل مباشر . ذلك أنه خلال ذلك الأسبوع
أعلن الطلبة الثوريون خلع العميد ، والاحتفاظ به كرهينة .
واستدعى أينشتين بحكم مكانته وقدره الاجتماعي للتدخل ،
حيث ذهب مع صديقين له ، بورن ، وعالم النفس ماكس
فريتهيمر للقاء زعماء الطلبة الثوريين . وعندما سئل عن
وجهة نظره كان كعادته حاسما في كل ما يتعلق بالمبادئ ،

وتحدث بقوة عن المخاطر التي تتعرض لها الحرية الأكاديمية . ولم تلق كلماته قبولا لدى الثوار ، ولكنهم آحالوه وصديقيه الى الرئيس الألماني الجديد ، ورغم الظروف الدرامية العنيفة التي تمر بها البلاد ، فقد كان اسم أينشتاين كافيا لفتح كل الأبواب . وقد استقطع الرئيس الألماني وقتا رغم مشغوليته ليكتب مذكرة موجزة وتم تسوية الأمر .

كانت الثورة تمنى الكثير لدى أينشتاين ، أكثر مما توحىه العبارة المعتدلة التي كتب بها الملاحظة السابقة . فقد رجب يحرارة يسقوط العسكرية البروسية ، ورغم أن ألمانيا المهزومة كانت مصدومة ثقيلة الروح ، وتتضور جوعا بفعل الحصار المستمر ، الا أن أينشتاين كانت لديه آمال كبار في مستقبل ألمانيا . وأحس بأن الموقف يتطلب إدارة من التعاطف والتشجيع للجمهورية الجديدة . لذلك ، ومع احتفاله بالجنسية السويسرية القيمة ، أصبح مواطنا ألمانيا ، رغم ما قد يجره ذلك من مشاكل . وعندما حاول زانجر وآخرون إعادةته لجامعة زيورخ ، وكذلك حاول إيرنست وكامبرلينج ولورنتز استبعاله للعودة الى لايدن ، بأفضل العروض ، فقد اعتذر بليطف لأنه يعلم أنه أصبح رمزا . وكتب في عام ١٩١٩ لايرنفت قائلا : « لقد عاهدت بلانك علي ألا أولي برلين ظهري ما لم تصبح الظروف بحيث يراها هو طبيعيا ومناسبة ، : : : سيكون عملا يتسم بالهسة أن أرحل في الوقت الذي بدأت فيه آمالي السياسية في التحقق ، من أجل مصلحة مادية ، متخليا عن الأفراد الذين أحاطوني بالحب والصداقة ، والذين سيكون وقع رحيل عليهم مضاعفا لآلامهم ، في هذا

الوقت من المحنة » . لكنه قبل العمل كأستاذ زائر في لايدن ،
لعدة أسابيع في العام .

وبناء على طلب « التايمز » اللندنية كتب مقالا حول
النسبية نشر في ٢٨ نوفمبر عام ١٩١٩ ، تضمن هذه
الكلمات المعبرة : « في أعقاب الانهيار المؤسف للتفاعل
القديم والفعال بين رجال العلم ، فأننى أرحب بهذه الفرصة
للتعبير عن مشاعر السعادة والعرفان لعلماء الفلك والفيزياء
في بريطانيا . وان ما تجشمه علماءكم الأجلاء من عناء
ووقت لهو تعبير عن الالتزام بتقاليدكم العلمية العظيمة التي
تدعو للفخر . لم تدخر معاهدكم جهدا في دراسة تداعيات
نظرية تم وضعها ونشرها خلال سنوات الحرب في بلاد
الأعداء . وليس صحيحا أن أعمال نيوتن العظيم يمكن
أن تنسخها نظرية النسبية أو أية نظرية أخرى . » فان أفكاره
الساطمة محتفظة على الدوام بأهميتها الفريدة كأساس لبناء
المفاهيم الكلية الحديثة في مجال الفلسفة الطبيعية . »

وقد أضاف في نهاية المقال هذه اللفتة الساخرة :
« ملحوظة : يعض ما كتب في صحيفتكم عن حياتي وشخصي
مصدره الخيال الخصب . وأورد هنا أحد تطبيقات مبدأ
النسبية لاسعاد القراء . عادة ما أوصف حاليا في ألمانيا
بـ «العالم الألماني» ، وفي إنجلترا بـ «السويسري اليهودي» ،
فلو كان من قدرى أن أوصف كـ « ببيع » على الدوام ، فإن
الأمر يكون على العكس ، أن أكون « اليهودي السويسري »
في ألمانيا ، و « العالم الألماني » في بريطانيا . »

كانت كلمات آينشتاين عن نيوتن نابذة من القلب ، لم يكن
تمبرا دبلوماسيا ، وهو فن لم يبرع فيه آينشتاين بحكم

أمانته الفريزية • وقد وجدت هذه الأقصوصه غير المورخه
من بين أوراقه ، وقد تعود الى عام ١٩٤٢ ، أثناء الاحتفال
 بالذكرى الثلاثائة لميلاد نيوتن ، ويبدو أنه لم يكتبها
 للنشر ، وإنما للتمييز عن مشاعره الخاصة :

Seht die Stern, die da lehren
Wie man soll Meister ehren
Jeder folgt nach Newtons Plan
Dwlg schweigend seiner Bahn

وهو ما نحاول أن نترجمه بالآتى :

تطلع للنجوم فى السماء
وتعلم منها تبجيل الأجلاء
تمضى فى أفلاكها فى صمت أبدي
كما قدر لها نيوتن العبقرى •

ولعل من المناسب الآن أن نعرض للوثيقة التى كتبها
القائم بالأعمال فى لندن بعد ظهور مقالة أينشتين فى
التايمز بحوالى تسعة أشهر : « لقد نشرت الصحف الانجليزية
الهجوم العنيف فى ألمانيا على عالم الفيزياء البارز أينشتين ،
حتى أن صحيفة « المورنينج ستار » نشرت اليوم تقريراً مفاده
أن الرجل يزمع مغادرة ألمانيا الى أمريكا • ورغم أنه كما
هو معروف ، لا كرامة لنبى فى وطنه ، فإن الهجمات الشفوية
على أينشتين فى ألمانيا والجملة هناك على علماء انجلترا
البارزين تترك انطباعاً غاية فى السوء هنا ، خاصة فى هذا
الوقت الذى يعتبر فيه البروفيسور أينشتين رمزا ثقافيا من
الطراز الأول بالنسبة لألمانيا ، بما حققه من شهرة فى كافة
أرجاء العالم • علينا ألا نترك الرجل يرحل ... » يمكنها

استخدامه في الدعاية الثقافية الفعالة ، وإذا كان ينوى الرحيل فعلا ، فإن المطلوب من أجل سمعة ألمانيا في الخارج أن تتمكن من اقناع هذا العالم الجليل بالبقاء .

من الواضح أن شيئا ما كان يحدث في ألمانيا . فقد كان آينشتين في الواقع هدفا للهجوم هناك . فقد كان دائما ينتقد وبقسوة وصراحة العسكرية الألمانية ، أما ميوله للسلام ، واتجاهاته الاشتراكية ، إضافة لشهرته العالمية ، فلم تشفع له عند غلاة الوطنيين . ولأنهم كانوا في سبيل الحاجة لأعداء تبرر هزيمتهم ، فقد انصبوا باللوم على اليهود ، وعلى دعاة السلام . وبدأت بعض الأحداث المؤسفة في الوقوع . فقد نظمت في عام ١٩٢٠ حملة جيدة التمويل معادية للسامية في ألمانيا لتشويه صورة الرجل والهجوم على النظرية النسبية التي وصفت بأنها شيوعية ويهودية ، وأنها تسم نبع العلوم الألماني الصافي !! . وأنفق المنظمون على الحملة ببذخ ، وفي ٢٥ أغسطس نظم اجتماع حاشد ، أعلن عنه جيدا ، ضد النسبية في قاعة الفيلهارموني ببرلين ، وسرعان ما شاركت الصحافة الألمانية في الحملة المضادة للنسبية . وحاول كل من لاو وثرنست وروبنز مقاومة هذه اللاعقلانية بإصدار بيان مشترك موجه للصحافة ، أدانا فيه الهجمات الشخصية على آينشتين ودافعا عن النسبية ، وبيّنا أنه بصرف النظر عن النسبية فأينشتين يظل فيزيائيا له وزنه ، أما آينشتين ، هادئ الطبع كعادته ، والذي حضر الاجتماع كمشاهد ، فقد وجد نفسه مدفوعا لكتابة رد لم يلق ترحيبا كبيرا من الجماهير . ولم تكن الصحف البريطانية مبالغة عندما نقلت أنباء الهجمات على آينشتين ، والتي استاء لها القائم بالأعمال .

ولنتحدث في هذا الخصوص عن البروفيسور لينارد •
 فهو حاصل على جائزة نوبل لعام ١٩٠٥ ، وهو نفس العام
 الذى حقق فيه آينشتين تقدما باستخدام ملاحظاته التجريبية
 عن التأثيرات الكهروضوئية • وكان يجل آينشتين بما يقارب
 التقديس • ففى عام ١٩٠٩ على سبيل المثال ، كتب بحرارة
 لاينشتين باعتباره « مفكرا عميق النظر » ، وأن رسالة من
 آينشتين له مؤرخة عام ١٩٠٥ لا تزال أمامه على مكتبه •
 ولكن الزمن والأحداث غيرته ، فقد أصبح من أشد المنتقدين
 لاينشتين ، وكان لهجومه كبير الأثر بحكم مكانته العلمية ،
 وقد بدأ نقده مع الكثيرين غيره فى مؤتمر العلماء الألمان عام
 ١٩٢٠ ، فى جلسة ترأسها بلانك • وكان على علم مسبق
 بنوايا لينارد ، فأمكنه منع الكارثة ، رغم تبادل العبارات
 الحادة • وأصبح لينارد بعد ما عضوا فى الحزب النازى ،
 واشتد هجومه على آينشتين لعدة سنوات تالية •

وكان آينشتين قد كتب فى خريف ١٩٢٠ للجمعية
 اليهودية الرسمية فى برلين معبرا عن عدم استعداده لدفع
 الرسوم المطلوبة منه ، قائلا : « برغم احساسى العميق بأننى
 يهودى ، إلا أننى بعيد تماما عن الشكليات الدينية التقليدية » •
 وعرض عوضا عن ذلك أن يدفع تبرعا سنويا للأعمال الخيرية
 للجمعية ، وعندما ذكر يأنه ، كما هو الحال مع كافة الجماعات
 الدينية فى ألمانيا ، كل يهودى بقوة القانون خاضع لضرائب
 الجماعات الدينية التابع لها ، أجاب : « لا يمكن إجبار أى
 انسان على الانضمام لجماعة دينية • شكرا لله ، لقد مضى
 ذلك العهد ، وللأبد • • • وأنا أعلن هنا بشكل قاطع أنه
 لا رغبة لدى فى الانضمام ، وسأظل غير مرتبط بأية جماعة
 دينية رسمية » • واستمر هذا الجدل حتى فبراير من عام

١٩٢٤ ، عندما وافق على الانضمام ، بعد أن أدرك أنه يمكنه أن يفعل ذلك بمفهوم ثقافى لاديني .

الا أنه فى نفس الوقت ، ومع تصاعد النزعة الصريحة المعادية للسامية بعد الحرب ، بدأ آينشتين يدرك أن ما حققه من شهرة جلبت معها مسئوليات تجاه اليهود ، ولم يعد بإمكانه أن يقف مكتوف اليدين حيال معاناتهم ، والمخاطر المتزايدة التى تحيق بهم فى أوروبا . وبرغم معارضته المعلنة للشموعية ، فقد شعر بقوة أن عليه اعطاء الدعم للصهيونية . لقد أصبح حلم هرتزل المستحيل فى وطن قومى لليهود ، قريب المنال بسبب الحرب . ولم يكن قرار دعم الوطنية اليهودية سهلا عليه ، ولكنه اعتبر الوطن اليهودى تحقيقا لاحتياجات نفسية أساسية وثقافية وسياسية لليهود ، تتجمع فيها آمالهم وطموحاتهم ، واحساس جديد بالتوحد . ومن انجلترا أرسل هاييم وايزمان ، والذى أصبح فيما بعد أول رئيس لدولة اسرائيل ، فى مارس من عام ١٩٢١ رسالة خلال وسيط آينشتين ، يخبره بأنه قد وضعت الخطط لإنشاء جامعة عبرية فى القدس ، وكان وايزمان يرغب فى أن ينضم اليه آينشتين فى رحلة لجمع التبرعات فى أمريكا . ولم يعجب ذلك آينشتين ، فأعلن رفضه على الفور ، قائلا انه ليس بالخطيب ، وأن اسمه سوف يستغل فى الدعاية . ولكن احساسه بالواجب تغلب عليه أخيرا ، فوافق ، رغم أن ذلك كان يعنى أن يفوته مؤتمر سولفاى التالى ، أول مؤتمر يعقد بعد الحرب .

وبمجرد تسرب الأخبار عن قرب زيارة آينشتين لأمريكا . انهالت عليه الدعوات البرقية من رؤساء الأكاديميات .

العلمية ، لالقاء المحاضرات واستلام جوائز التكريم . وكان آينشتين قد حاضر فى براغ وفيينا عام ١٩٢١ ، ولكن لم تكن أى من المدينتين من دول محاربة لألمانيا . وكانت زيارته لأمريكا ايذانا بمرحلة جديدة من علاقات ما بعد الحرب ، فقد حاربت أمريكا ألمانيا ، ورغم ذلك فقد استقبله الأمريكيون بحماس منقطع النظير ، أذهل الرجل نفسه . وفى أبريل عام ١٩٢١ ، وبينما كانت السفينة ترسو فى الميناء ، حاصره الصحفيون على ظهرها . واستقبله عمدة نيويورك استقبالا رسميا ، كما لو كان بطلا قوميا ، ودعاه الرئيس هايدنج الى البيت الأبيض ، والأهم من كل ذلك التفاف العامة حوله وحبهم له ، فقد أسرهم ببساطته وبعده عن الادعاء . ولقى ترحيبا حارا فى الدوائر العلمية ، وأهدته جامعة كولومبيا ميدالية ، وقلدته جامعة برنستون الدكتوراه الفخرية . ونشرت باعتزاز محاضراته الأربع التى ألقاها هناك بعد ترجمتها فى كتاب طبع بعد ذلك ست طبعات رائجة .

وخلال حفل أقيم لتكريمه فى برنستون ، وعندما طلب منه التعليق على بعض التجارب التى لا تتفق مع مفاهيم النسبية وكذا ما قبل النسبية ، أجاب بتعليق شهير ، أشبه بعقيدة علمية ، سجله على الفور البروفيسور أوزوالد قبلن Oswald Veblen وبعد عدة أعوام ، فى عام ١٩٣٠ ، حينما قامت الجامعة بانشاء مبنى خاص للرياضيات ، طلب قبلن ، ووافق آينشتين ، على أن يحفر ذلك التعليق أعلى المدفأة فى بهو المبنى ، وقد حفر باللغة الألمانية التى قيل بها ، وكان التعليق (١١) : « Raffiniert ist der Hergott, aber boshaft ist er nicht »

(١١) الترجمة القريبة من المعنى : « سام هو الله ، ولكنه ليس شريفا » - (المراجع) .

يقدر بين لفيلن أنه قصد أن الطبيعة تخفى أسرارها عن تسام
وليس عن خداع .

وفيما يتعلق بمهمة جمع التبرعات ، فقد كان وجوده
رصيدا بارزا ، واستطاع مع وايزمان جمع الملايين من
الدولارات للصندوق الوطني اليهودي . وكما قال آينشتين
بدي عودته الى برلين : « شكرا للطاقة التي لا تكل ، والتضحية
لرائعة نجحنا في جمع الأموال الكافية لانشاء كلية للطب ،
يقدر بدأت الأعمال التمهيدية على الفور » .

وقد خلفت تلك الزيارة أثرا بالغا على آينشتين ، فقد
عمقت من احساسه بيهوديته ، وأكدت من دعمه للصهيونية ،
يقدر سبب اعلانه الصريح بذلك حرجا لليهود في ألمانيا ، من
لذين كانوا يأملون في استيعابهم في المجتمع .

وفي طريق عودته من أمريكا توقف لفترة وجيزة في
نجلترا ، حيث دعي ليحاضر في جامعة مانشستر ، وكذلك
في الكلية الملكية بلندن ، لكن المشاعر المعادية لألمانيا كانت
ما تزال قوية ، ولم يكن بإمكان أحد توقع ما يمكن حدوثه
خلال المحاضرات . لقد تحدث بالألمانية ، لغة العدو . ولكن
محاضراته قوبلت بحماس ، فقد سحر سامعيه بقوة شخصيته
يتلقائيته وبساطته وخفة ظله وتمكنه من علمه ، وهالة
لعظمة التي لا يمكن تفسيرها ، ولا يخفيها تواضعه . وقد
عومل طوال الرحلة كرمز حقيقي من رموز الفكر ، ومنحته
جامعة مانشستر الدكتوراه الفخرية ، وفي لندن حل
ل آينشتين كضيوف شرف في منزل الفيسكونت هالدين ،
رجل الدولة الفيلسوف . وهناك وفي مواقع أخرى التقى

آينشتين بالنخبة مع البريطانيين ، وبشكل عام ، وكما كان الرجلان يأملان ، فقد عززت الزيارة قضية التصالح الدولي .

وفي يونيو عاد آينشتين الى ألمانيا ، وأعقب ذلك بوقت قصير إطلاق اسمه على مرصد فلكي بنى حديثا تكريما له .

ومن بين العلماء الذين وفدوا على برلين في تلك الآونة للدراسة والعمل مع آينشتين كان المجرى الشاب ليو زيلارد Leon Szilard . وقد تمكنا سويا من التوصل الى ابتكار تقنية جديدة للتبريد ، وسوف نسمع عن ذلك الشاب فيما بعد .

وفي مارس من عام ١٩٢٢ ، ومن خلال مجهودات بول لانجفين Paul Langevin ، والذي قاتل في معركة المقاومة الفرنسية الباسلة ، حاضر آينشتين في « كوليج دي فرانس » في باريس . ومما يوضح مدى المبرارة التي تخلفت عن الحرب ، أنها كانت أول مرة يحاضر فيها في فرنسا ، وكان ذلك مع احتياطات أمن شديدة ، وكما يتذكر في خطاب له عام ١٩٢١ : « لقد كان والتر راثينو (وزير خارجية ألمانيا) هو الذي نصحنى بقبول الدعوة لزيارة باريس كبادرة ، وكانت لا تزال تعتبر مجازفة بحق » . وفي باريس ، حيث التقى بالسياسيين والعلماء الفرنسيين ، أحس بأن تلك الزيارة عززت من قضية التصالح مجددا . ومما ضاعف سعادته أن التقى بصديقه سولوفين ، رفيق الأكاديمية الأولمبية .

لكن كان هناك شيء قبيح يتنامى تحت السطح في ألمانيا ، تحول بسرعة الى العنف ، حينما اغتال اليمينيون المتطرفون راثينو ، وكان رجلا من دعاة التعاون الدولي ، وكان يهوديا .

وآينشتين أيضا من دعاة التعاون الدولي ، ويهودى • وقد سببت زيارته لفرنسا فى ألمانيا ، وكذا فى فرنسا ، مشاعر رفض متعاطف فى بعض الدوائر • وحتى بين زملائه العلماء الألمان كانت هناك مشاعر وطنية متمصبة ضده • كانوا يرفضون الجلوس بجواره ، بعضهم عن اقتناع والبعض الآخر خوفا من أن يبدوا ودودين تجاهه •

وعند الاجتماع المثوى للمؤتمر السنوى للعلماء الألمان فى ليبتزج فى سبتمبر ، كان من المقرر أن يكون آينشتين متحدثا رئيسيا ، ولكن فى ٥ يوليو أحس بضرورة أن يكتب لبلانك فى كييل لالغاء المحاضرة •

« بعض من يمكن الاعتداد برأيهم حذرونى من البقاء فى برلين خلال الفترة الحالية ، وخاصة تفادى الظهور بشكل علنى فى ألمانيا • يبدو أننى ممن يفترض أنهم معرضون للاغتيال • وبالطبع ليس لدى دليل قاطع ، ولكن بالنظر للظروف الحالية يبدو الأمر معقولا • لو كان الأمر متعلقا بقضية حيوية لم أكن لأتخلف لمثل هذا السبب ، ولكن الموقف محل البحث هو مجرد شكلية بسيطة ، فيمكن لأى شخص (لاو مثلا) أن يأخذ مكانى بسهولة ، لكن المشكلة أن الصحف نشرت اسمى أكثر من اللازم ، وبذلك عبأت الرأى العام حيالى ، وليس أمامى الا الصبر ، ومنادرة المدينة • أرجو أن تأخذ هذه الحادثة الصغيرة ببساطة مثل موقضى تجاهها » •

ولفترة عمل آينشتين بالنصيحة ، وظل بمنزلا فى برلين ، وآلفى مجازراته المعتادة • ولكن فى الأول من أغسطس ظهر علنا فى اجتماع حافل لمناهضة الحرب ، وبهذا العمل الجريء

بين أنه لا يخضع للتهديد • وبذلك استرد حريته بالرغم من أنه لم يلق كلمته في اجتماع ليبتزج •

وفي أكتوبر عام ١٩٢٢ ، وبدعوة من ناشر ياباني ، غادرت الأسرة لزيارة اليابان ، وأمضوا هناك ستة أسابيع • وفي تقرير أرسله السفير الألماني في اليابان شبه زيارة آينشتين بموكب المنتصرين • فأينما حل آينشتين تجمعت الجماهير المتحمسة بشكل تلقائي لالقاء نظرة عليه • واستقبلته الامبراطورة ، وتنافست الصحف لتغطية نشاطه بالتفاصيل الحقيقية والمختلقة ، وأمطروه بكل صنوف التكريم والتشريف ، وكل أنواع الهدايا • ومن جانبه فقد كان مأسورا بالسحر الياباني الرائع • ويتذكر هذه الزيارة بعد ربع قرن بحرارة قائلا : « لقد أحببت الشعب والبلد لدرجة أنني لم أستطع مغالبة دموعي عندما تعين على أن أهادرها » •

وجاءت الزيارة ايمادا مطلوبا عن كل الضغوط التي تعرض لها في برلين ، والتي أعقبت اغتيال راينو • أما السفير الألماني في اليابان والذي أزعجه عدم التزامه بالتقاليد الرسمية ، فقد انجذب له بشدة ، وأبلغ برلين رسميا أن الرجل برغم التكريم الحار الذي تلقاه إلا أنه ظل متواضعا ودودا بعيدا عن الادعاء • ومن الواضح أنه كان مختلفا عن كبار القوم الذين كانوا يزورون اليابان ، والذي كان عليه أن يتعامل معهم •

قبل وصول الباخرة التي تحمل آينشتين لليابان بأيام ، حملت الأنباء خبر فوزه بجائزة نوبل لعام ١٩٢١ « لما قدمه من خدمات للفيزياء النظرية وبشكل خاص لاكتشافه التأثيرات الكهروضوئية » • ولم يرد ذكر النسبية بشكل

خاص في الاعلان الرسمي . كانت لا تزال مثار جدل علميا وسياسيا ، حيث كانت غير سهلة الفهم على الاطلاق ، علاوة على تعرضها للانتقادات الواسعة . أما القانون الجريء للكهروضوئية فقد أصبح بعد ثبوته بتجربة ميليكان سببا وجيها لمنحه الجائزة ، وكان في حد ذاته سببا أكثر من كاف أيضا .

ومن المعتاد عندما يتغيب الحائز على جائزة نوبل عن استلامها ، أن يتسلمها سفير بلاده في السويد . وكان آينشتاين راغبا أن يقوم سفير سويسرا بهذه المهمة ، لكن الألمان اعترضوا لعلمهم بقيمة ذلك الشرف . وأمكن حل هذه المشكلة بمناورة دبلوماسية قام بها سفير السويد في ألمانيا ، باحضار الشهادة والميدالية له في برلين . وعندما ألقى خطبة تسلم الجائزة متأخرة عن موعدها ، تجاهل الكلمات المتحفظة لاعلان الجائزة ، وتحدث بشكل صريح عن النسبية .

وواصل آينشتاين موكب انتصاره من اليابان الى فلسطين ، وكان استقبال اليهود له ذا مستوى خاص ، عمقته ذكريات الألفية المأساوية . وفي القدس ، وفي موقع جبل الرؤية Mont Scopus الذي أصبح فيما بعد مقر الجامعة العبرية ، حاضر باللغة الفرنسية وكتب في يوميات رحلته : « كان على أن أبدأ بالعبرية ، لكنني كنت أقرأها بصعوبة كبيرة » . وقد عومل بتبجيل حيث دعى عند القائه محاضراته للحديث عن « المقر ١٢) الذي ظل ينتظرك لألفى عام » . وقد تأثر بعمق بطموحات وأحلام الزعماء اليهود ، ولكنه عندما

شاهدهم يتمايلون فى صلاة حزينة عند حائط المبكى ، أطلال
المجد الغابر لهيكل سليمان ، كتب قائلا : « مشهد بائس
لشعب له ماض ولكن بلا حاضر ولا مستقبل !! » .

ومن فلسطين توجه الى اسبانيا ، حيث استمر ، حسب
قوله ، فى « عزف لحن النسبية » ، وسافر بالقطار من مدريد
حتى الحدود الفرنسية بالمركبة الملكية التى وضعها الملك تحت
تصرفه . لكن عندما وصلت الأسرة للأراضى الفرنسية فى
طريق عودتهم لبرلين كان قد ضاق ذرعا بالفخفة التى
أحاطت بسفرياته ، وقال لزوجته : « يمكنك أن تفعل
ما تشائين ، أما أنا فمسافر بالدرجة الثالثة » .

وعندما وصلوا برلين فى ربيع عام ١٩٢٣ ، كانت
أوروبا فى حالة توتر شديد ، إذ استولى الفاشيون على السلطة
فى إيطاليا ، وأرسل بوانكريه - ليس هنرى عالم الرياضيات
والفيزياء ، ولكه ابن عمه ريموند رئيس وزراء فرنسا -
قواته الى منطقة الرور الصناعية الألمانية لاجبار ألمانيا على
دفع تمويزات الحرب . وكانت ألمانيا على أعتاب تضخم
خطير ، أدى الى انهيار المارك ، مما بدد مدخرات الشعب ،
ومهد الطريق أمام النازية .

وبرغم هذا كله ، فقد ظلت برلين فى السنوات التالية
مركزا ذهبيا للعلم والثقافة الألمانية . وظل آينشتين فيها
لمنظم الوقت خلال تلك الحقبة . وكان شغفه بالموسيقى
مروفا . وعندما قدم عازف البيانو الشهير جوزيف شوارتز
Joseph Schwarz وابنه بوريس Boris عازف الكمان حفلة
موسيقية فى برلين أعجبت أحد السياسيين ، أرسلهما الى
آينشتين . وفى شقته بدأ بوريس عزف كونشرتو « بروخ

Bruch « بمقام G الصغير ، بمصاحبة أبيه ، وعندما وصل الى مقطع غنائى معبر ضمن الحركة الأولى ، وهى ما كان يستمتع بأدائها بنوع خاص ، لم يتمالك أينشتين من التعليق صائحا : « آه .. من الواضح أنه يحب الكمان » . وبعد نهاية العزف ، أحضر أينشتين كمانه الخاصة وعزف ثلاثتهم السوناتات الثلاث لباخ وفيفالدى . وبذلك بدأت صداقة دامت طويلا ، وأثرتها ليال من العزف الموسيقى .

ومن الجدير بالذكر ايراد ملاحظات عازف كمان محترف على عزف أينشتين . فقد وصف يوريس شوارتز نفماته بأنها شديدة النقاء مع « دندنة » بسيطة ، ولم يكن أينشتين معجبا بالموسيقى الحسية الساخنة للقرن التاسع عشر ، بل كان يفضل عليها موسيقى القرن الثامن عشر ، لموسيقين أمثال باخ وفيفالدى وموزار وعلى الأخص موزار . أما بيتهوفن فى مقام C الصغير ، فقد كان فى نظره مثقلا بالعواطف .

كان مؤتمر سولفاى الذى انقطعت جلساته بسبب الحرب قد استؤنف عام ١٩٢١ ، ولم يحضره أينشتين فى ذلك العام بسبب زيارته لأمريكا كما قدمنا ، وفى خريف ١٩٢٣ ، عندما جرى التخطيط لمؤتمر جديد فى بروكسل ، كانت المرارة حيال ألمانيا مازالت متأججة فى بلجيكا التى انتهك الألمان حياذها قبل تسع سنوات . وعندما علم أن العلماء الألمان الآخرين لم يدعوا للمؤتمر ، أصر ، برغم الحاح المنظمين ، على عدم استلام دعوة هو الآخر ، وأعلن أنه لن يحضر مؤتمرا علميا يستبعد منه علماء آخرون لمجرد أنهم من الألمان .

وبمرور السنوات تزايدت بلبلته حيال عصابة الأمم ،
وامكانات تحقيق السلام خلال الاتفاق الدولي . ولقد أدرك
أن القوى المسيطرة قد تورطت فى معركة حياة أو موت ،
ولا يمكن ردها بمجرد التفاوض ، الا أنه كعضو فى لجنة
التعاون الثقافى تحت رعاية عصابة الأمم عمل بجد مع زملائه
من البلاد الأخرى على أمل تحقيق شئ ملموس ، حتى ولو كان
غير كاف . وقد كتب عن هذه اللجنة لاحقا : « برغم أن
أعضائها كانوا من المشاهير اللامعين ، الا أنها كانت أكثر
مهمة فشلا ساهمت فيها » .

وفى عام ١٩٢٨ ، وبينما كان فى زيارة لسويسرا
تعرض لنوبة قلبية وأعيد لبرلين . وبعد عدة أشهر أبل من
مرضه ، واستطاع مغادرة الفراش ، لكنه كان يستعيد
عافيته ببطء . وكما كان قبلا ظل يدعم بقوة قضية السلام .
وعلى سبيل المثال فقد كتب عام ١٩٢٨ : « وليس من حق أحد
أن يعتبر نفسه مسيحيا أو يهوديا اذا كان مستعدا للقتل
بناء على تعليمات من سلطة معينة . أو اذا سمح لنفسه
أن يستخدم بهدف البدم أو الاعداد لمثل هذه الجريمة بأى شكل
على الإطلاق » . وفى فبراير عام ١٩٢٩ قبل عيد ميلاده
الخامسين بوقت قليل كان أكثر صراحة وتحديدا فى البيان
التالى : « فى حالة قيام الحرب ، سأرفض بشكل قاطع أى
اسهام مباشر كان أو غير مباشر ، وسأسمى لاقناع أصدقائى
بثبني نفس الموقف ، بصرف النظر عن احساسى تجاه الأسباب
لأية حرب بالذات » .

كان عيد ميلاده الخمسون حدثا عالميا تخوف منه ، ولأنه
كان عالما بما يمكن حدوثه ، فقد اختبأ عن الأنظار .
ولم تخل المناسبة من بعض المفارقات . فعلى سبيل المثال ، فى

ذلك اليوم الذى انهالت فيه البرقيات حاملة التهئة ، كان من بعض الحضور لشقته التى ولى منها هاربا موظف ضرائب بسيط * وبالطبع لم يكن يحمل هدايا ، بل جاء لممارسة عمله الرسمى * وعندما علم أنه قد جاء فى عيد ميلاد ذلك الرجل العظيم ، انسحب معتذرا وقد تملكه الخجل ، وكان هذا الاعتذار من الموظف البسيط مجاملة عفوية أكبر من كثير من المجاملات التى تلقاها *

وقد كان آينشتين معروفا بحبه للاسترخاء من خلال الابحار فى نهر الهافيل وبحيراته بالقرب من برلين ، والاستمتاع بحرارة الشمس ، والعزلة التى تمكن عقله من الانطلاق فى أرجاء الكون الرحب * ورغبة فى تكريمه صوت مسئولو المدينة على منحه هدية فى عيد ميلاده فى صورة أرض وييت على ضفاف ذلك النهر * وبعد عدة خيارات فاشلة ، طلب المسئولون منه أن يساعدهم بالبحث عن موقع مناسب له ، على أن يقوم مجلس المدينة بشرائه لحسابه * وتوصلت ايلزا الى موقع بهيج بين الأشجار ، وقريب من النهر فى قرية كابوت بجوار بوتسدام * ووافق المسئولون ، وبدأ كما لو أن الأمر قد وجد حلا موفقا * ولكن مسألة شراء مجلس المدينة للأرض أثار جدلا سياسيا ، وبدأ يتخذ نفعة عدائية ، وبذلك فقدت الهدية قيمتها * ووضع آينشتين حدا للجدل برفضه للهدية غير الموجودة * ووفاء بالاتفاق الذى تم بالفعل فقد استخدم بعضا من مدخراته لدفع قيمة الأرض التى اتفق عليها ، وبناء منزل صيفى فيها *

ورغم أن هذا العمل استنفد مدخراته ، إلا أنه كان استثمارا طيبا * وكانت طبيعة آينشتين من رفض الرسمىات فى الملبس والمسلك أكثر اتساقا مع هذا الوضع الريفى منها

عما فى الدوائر الأكاديمية فى برلين • وقد أمضت الأسرة عدة مواسم صيف سميدة فى « كابوت » مستمتعين بالنهر والبعد عن الناس •

وقد أمضت الأسرة شتاء عام ١٩٣٠ - ١٩٣١ والشتاء التالى فى الولايات المتحدة ، حيث كان آينشتين أستاذا زائرا فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا ، بناء على دعوة ميليكان الذى كان مديرا للمعهد آنذاك ، وكانت تنسحب بعد ذلك لمعتزلها الصيفى فى كابوت • ولكن النكبة كانت تتماظم ، ففى خريف عام ١٩٢٩ سادت بورصة الأوراق المالية فى نيويورك موجة من البيع المذعور ، كان ايدانا بانهيىار واسع فى الاقتصاد العالمى ، تلاه ما عرف بالكساد العظيم قدر له أن يطول أمده وبشكل حاد ، ففقد الكثيرون وظائفهم ، ولم يجد الشباب فرصة لهم للعمل ، وكان اليأس السياسى فى كل مكان خاصة فى ألمانيا حيث أصبحت مرتعا خصبا للفوغائية • ولكن كبار رجال الصناعة الذين - خوفا من ثورة شيوعية - أعطوا دعما كبيرا للنازية عقدوا عليها آمالا خاطئة عند وصولهم للحكم • وحدث فى أمريكا فى نفس الوقت تقريبا أن قدم اثنان من محبى الخير اليهود ، وهما لويس بامبرجر وشقيقته مسز فليكس فلود دعما ماليا كبيرا لأحد رجال التعليم البارزين ، ابراهام فلكسنر Abraham Flexner ؛ ليتمكن من تحقيق حلمه فى انشاء معهد للدراسات المتقدمة • وكان المتصور أن يكون المعهد تجميعا للعلماء البارزين مع دعمهم ماليا بقدر مناسب ، وعدم تكليفهم بمهام رسمية ليصبحوا قادرين على تكريس كل طاقتهم للعلم فقط •

وكان نجم النازيين يتصاعد سريعا ، وكان ذلك راجعا من بين أسباب أخرى للدعم المالى الذى قدمه رجال الصناعة

الألمان ، وبحلول يناير عام ١٩٣٣ أصبح هتلر مستشار ألمانيا ، وفي مارس تمكن من اكتساب سلطات دكتاتورية مطلقة ، وأصبحت حرية الكلمة ، بل والحرية ذاتها ، مجرد ذكرى ، وحل محلها الرعب داخل ألمانيا •

وفي ربيع ١٩٣٢ كان أينشتين في زيارة لأكسفورد ، كمادته في مناسبات سابقة • وهناك ، وكما حدث من قبل في باسادينا ، حضر فلكنسر للتباحث في موضوع المعهد المزمع انشاؤه ، وواتته فكرة أن يعرض على أينشتين أن يصبح عضوا في المعهد ، وغامر بفتح الموضوع ، وكان أينشتين قد رفض عرضا جذابا من فيبلن في ١٩٢٧ بمنصب أستاذ في جامعة برنستون بحجة أنه قد أصبح عجوزا لا يقوى على التنقل • ولكن الآن ، وباستشراف مستقبل ألمانيا ، فقد كان أكثر استعدادا لقبول عرض فلكنسر ، رغم أنه لم يكن راغبا في الابتعاد عن زملائه الألمان •

وفي الصيف حضر فلكنسر الى « كابوت » لمواصلة النقاش ، ورغبة منه في ضم أينشتين للمعهد المزمع انشاؤه طلب منه أن يحدد الراتب الذي يريده • وخلال بضعة أيام كتب أينشتين ما كان يراه ، بالنظر الى احتياجاته وشهرته ، مبلغا معقولا • ولكن فلكنسر لم يقبل مبلغا بهذا التواضع الذي لم يقبل علماء أمريكا بمثله ، خاصة وأنه لم يكن يتصور أن يعطى عالما آخر ما يفوق مرتبة أينشتين • وقبل أينشتين رفع راتبه ، وترك التفاصيل لزوجته الزا التي كانت ماهرة في مثل هذه الشؤون • وكان الترتيب أن يقضى أينشتين جزءا من العام في المعهد بأمريكا ، وبقية العام في ألمانيا • ولم يكن ذلك ليبدأ على الفور حيث أنه كان لا يزال ملتزما بالعمل عاما ثالثا في باسادينا •

وفي هذه المرة حينما تقدم للحصول على التأشيرة
اعترضت جمعية نسائية صغيرة بشكل صاخب على السماح له
بدخول الولايات المتحدة بدعوى أنه شيوعي في داخله ،
وكان رده لاذعا :

« لم يسبق لى أن تعرضت من الجنس اللطيف
لمثل هذا الاعتراض ، وإن حدث ، فلم يكن أبدا
بمثل هذا العدد الكبير فى نفس الوقت »

ولكن ، ألسن على حق تلکم السيدات المواطنات
الواعيات ؟ لماذا تفتح الأبواب لرجل يلتهم
الرأسماليين بعد شيهم تماما بمثل الشراة التي
كان يلتهم بها المينوتور (١٣) الكريتي العذارى
اليونانيات الفاتنات ، وعلاوة على ذلك فهو من
الشر بحيث يرفض كافة أشكال الحروب ، عدا تلك
المشاركة بين الرجل وزوجته ؟ فلتسمعوا اذن
لمواطناتكم المخلصات ، ولتذكروا أن كاييتول
روما العظيمة قد أنقذ ذات مرة بصياح الأوزات
المخلصات » .

أما فيما يتعلق بالشيوعيين الروس فى ذلك الوقت ، فلم
يكن أينشتين من طراز المثقف الذى يفتن بالمستحدث لمجرد
حدثاته ، لأن ثقافته كانت قضية عمر ، وفى ٢٣ يونيو كتب
رافضا التوقيع على بيان مضاد للحرب :

« بسبب ما يعنيه من تمجيد للروس لا أستطيع
التوقيع . لقد حاولت وبقوة أن أكون فكرة صميا
يجرى هناك ، وقد توصلت لنتائج كثيرة . يبدو

(١٣) حيوان خرافي نمطه رجل ونمطه ثور - (الثور)

أن هناك على القمة صراعا شخصيا استخدمت فيه
أسوأ الوسائل على أيدي أفراد متعطشين للسلطة
يدافع من الأنانية المجردة ، وفي القاع نجد القهر
التمام للفرد ولحرية القول ، يتعجب المرء ما قيمة
الحياة تحت هذه الظروف !! » •

وكان من نتائج مؤتمر سولفاي في بروكسل أن نشأت
صداقة رائمة بين آينشتاين والملك ألبرت والملكة إليزابيث ،
وفي مقطع رسالة كتبها لزوجته عن زيارة قام بها لهما قال:

« استقبلت بحرارة أسرته .. هذان الملكان
على نقاء ولطف قل أن يوجد .. تحدثنا
في البداية قرابة الساعة ، بعدها عزفت مع الملكة
مقطوعات موسيقية لعدة ساعات مرحة • ثم انصرف
الجميع وبقيت لتناول العشاء مع الملك والملكة
وحدثنا ، على الطريقة النباتية وبلا خدم ، وكان
مكونا من السبانخ والبيض المسلوق والبطاطس •
(لم يكن من المتوقع أن أبقى للعشاء) ، لقد أحببت
المكان جدا ، وأعتقد أن الاحساس متبادل » •

وعندما تولى هتلر السلطة كان آينشتاين في باسادينا ،
وآدرك على الفور عدم استطاعته العودة لألمانيا ، وفي مارس
عام ١٩٣٣ أعلن قراره بعدم العودة في بيان انتقادي حاد •
واتجه الى بلجيكا حيث مكث تحت حماية بأوامر الملك وسط
تكهنات بمحاولة لاغتياله •

وتلقى دعوات حارة بوظائف أكاديمية بينما النازيون
يصادرون حسابه المصرفي ومحتويات ودائع زوجته ،
والأرض والمنزل الصيفي في كابوت ، وبذلك استولت الدولة
على المنحة التي لم تقدمها • وانضمت أعماله لمجموعة الكتب

المرموقة التي أحرقها النازيون، وكانت نيرانها رمزا للاظلام -
وبوصف أعمال آينشتين أنها يهودية ، كان النازيون في
جنون لمعاداة السامية ، ولكنهم كانوا غير واعين بالتشريف
الهائل الذي أضافوه على اليهود . وبدأ طرد اليهود من
المناصب الأكاديمية بمرسوم من الحكومة النازية ، وحيل بينهم
وبين العديد من المهق وأصابهم الفقر والموز ، أما الألمان
الذين تجردوا على الحديث ضد الشمولية فقد تعرضوا للسجن
والتعذيب والموت .

وفي ٢٨ مارس استقال آينشتين من الأكاديمية البروسية
التي ، كما علم فيما بعد ، كانت على وشك طرده منها . كما
اتخذ الخطوات ، لثاني مرة في حياته للتخلي عن الجنسية
الألمانية ، ورغم ذلك فقد أقدم النازيون على إلغاء جنسيته
بعد ذلك ، وفي سخرية مريرة شبه آينشتين هذا الاجراء
بشتق موسيليني بعد اعدامه .

وقد اتهمت الأكاديمية البروسية آينشتين ، خلال الاعداد
لطرده من عضويتها ، بأنه قام بنشر قصص عدائية عن ألمانيا
في بلاد أجنبية . وقد فند آينشتين هذه المزاعم ، كما يبدو
من لهجته في المقطع من الرسالة التالية في رده في الأكاديمية :

« قد ذكرت أيضا أن » كلمة طيبة من جانبي
لصالح الشعب الألماني كان من الممكن أن تؤتي أثرا
طيبا « ، وردى على ذلك أن مثل هذه الشهادة
بالشكل الذي اقترحتموه ستكون بمثابة تنصل من
كل أفكار العدالة والحرية التي اعتنقتها طيلة
حياتي . ومثل هذه الشهادة لم يكن من شأنها إلا أن
تدعم قضية أولئك الساعين لتقويض الأفكار
والمبادئ التي اكتسب بها الشعب الألماني موقعا

مشرفا فى العالم المتمدن • وبإدلائى بهذه الشهادة
فى الظروف الراهنة أكون مشاركا ، ولو بشكل غير
مباشر ، فى الفساد الأخلاقى وتدمير كل القيم
الحضارية السائدة » •

فى تلك الأيام انضم العديد من أعضاء الأكاديمية ،
مدفوعين بمشاعر الوطنية ، للهجمة المحمومة المعادية لآينشتين •
لكن لا ورنست وبلانك لم يرضخوا لها ، وفى اجتماع
الأكاديمية فى ١١ مايو ١٩٣٣ بعد أسابيع من استقالة
آينشتين أعلق بلانك البيان الجرىء التالى :

« أعتقد أنى أتحدث نيابة عن زملائى
الأكاديميين فى الفيزياء ، وأيضا عن الأغلبية
العظمى من الفيزيائيين الألمان عندما أعلن أن
آينشتين ليس فقط واحدا من العديد من الفيزيائيين
البارزين ، بل على العكس ، أن مستر آينشتين هو
الفيزيائى الذى تعمقت الفيزياء من خلال أعماله
التي نشرتها أكاديميتنا ، وأن أهمية أعماله
لا تقارن الا بإنجازات « جوهان كبلر » و « إسحق
نيوتن » •

ولم يكن بإمكان بلانك القيام بهذا التعاطف بسهولة فى
تلك الأيام العصيبة ، وعلى ذلك فيعتبر هذا الموقف هو الأعظم
من بين المواقف التى أسداها بلانك لآينشتين طيلة حياته ،
فحتى فى حقبة سيطرة النازى فقد قال بلانك الحقيقة كما
يراها • وفى إحدى المناسبات أغضب هتلر فقال له وجها لوجه
انه لولا كبر سنه لأرسله الى معسكر اعتقال •

وفى أبريل من نفس العام انسحب آينشتين من الأكاديمية
البافارية ، وكان عضوا مراسلا لها ، قائلا :

« فى حدود علمى فقد وقفت الجمعيات العلمية
فى ألمانيا فى سلبية وسكون ، بينما الأغلبية من
العلماء والطلبة والأساتذة الأكاديميين وأصحاب
المهن الذين تدربوا فى الجامعات يحرمون من
الوظائف وسبل المعيشة • لا أريد الانتماء لأية
جماعة تتصرف على هذا النحو حتى ولو كانت تفعل
ذلك تحت الاجبار » •

وكان ذلك قبل معسكرات الاعداء ، ولكن آينشتين كان
قد هاله بالفعل فظائع النازى والخطر المحدق بالحضارة
العالمية من ألمانيا الشمولية القائمة على الحرب والقمع
الوحشى • كان طيلة حياته داعيا صريحا للسلم • وتذكر
هنا بياناته المباشرة عامى ١٩٢٨ و ١٩٢٩ وهى مجرد أمثلة
للبيانات العديدة الجياشة التى أصدرها نيابة عن المنظمات
الداعية للسلام واللاعنف فى كل أنحاء العالم • والآن فى
« لو كوك سير مير Le Coq-sur-mer » واجه مخنة أخلاقية
مريرة ، وبعد ترو روحى طويل اختار ما أحس أنه أهون
الشرين • وفى ٢٠ يوليو عام ١٩٣٣ أعلن :

« ما ساقوله الآن سيدهشكم كثيرا ، تغيلوا أن
بلجيكا قد احتلتها ألمانيا الحالية ، ستكون الأمور
أسوأ بكثير من عام ١٩١٤ رغم أنها كانت سيئة بما
يكفى • لذلك يجب أن أقول صراحة ، لو كنت
بلجيكيا لم أكن ، فى ظل الظروف الحالية ، لأرفض
الخدمة العسكرية ، بل على العكس كنت أسارع فى
الاتحاق بها بحماس بناء على الاعتقاد بأنى أساعد

بذلك فى الحفاظ على الحضارة الأوربية • ولا يعنى ذلك أنى أتخلى عن المبدأ الذى أعتنقه ، وأمل بكل إخلاص أن يعود اليوم الذى يكون فيه رفض الخدمة العسكرية طريقا مثاليا لخدمة قضية التقدم الإنسانى » •

ولقد استاء بعض من دعاة السلام من ذلك ، واعتبروا الرجل مرتدا ، ولكن كما قال فى عام ١٩٣٥ : « فى مثل هذه الأوقات فإن أى اضعاف للدول الديمقراطية بفعل السياسات الراضة للخدمة العسكرية ، يعادل بالفعل خيانة قضية الحضارة الانسانية » • ورغم ما تعرض له من انتقادات مريرة من دعاة السلام ، الا أنه استمر فى التعبير عن آرائه الجديدة ، وكذا فعل دعاة آخرون للسلام ، مثل برتراند راسل •

وفى يونيو ١٩٣٣ سافر آينشتين الى انجلترا ، وفى أكسفورد ألقى محاضرة بعنوان « حول الفيزياء النظرية » ، وشدد فيها ، بحكمة السنين الصافية ، على أن : « المفاهيم والمبادئ الأساسية التى تشكل الأساس (للفيزياء النظرية) هى من وضع التصورات الحرة للعقل الإنسانى المبدع » ، وأنها « تمثل الجانب الأساسى من النظرية ، والذى لا يمكن للمنطق الاقتراب منه » • وبعد القاء العديد من المحاضرات عاد الى قرية « لو كوك » • وفى أواخر صيف ١٩٣٣ عاد الى انجلترا مرة أخرى حيث عاش فى عزلة نسبية فى « كرومر » ، وكان سعيدا بمضى الأيام دون أن يدرى حسابها وهو غارق فى العمل على حساباته • وأعلن فى أعقابها أن الوظيفة المثالية لعالم الفيزياء النظرية هى أن يكون حارس الفنار • وقد أوضح وجهة نظره ، تلك فى خطابه من « كرومر » ،

اذ كتب يقول : « اننى فى سلام رائع هنا ، ولقد أدركت الآن الى أى مدى أكون عادة تحت الضغط ، وأنى لأستمتع بالوحدة والهدوء هنا حقا ، بإمكان المرء أن يفكر بطريقة أكثر وضوحا ، ويعس بصورة أفضل بشكل لا يقارن » .
وخلال وجوده فى انجلترا تحدث مع رجال بارزيين من بينهم تشرشل عن التهديد الذى يمثله إعادة تسليح ألمانيا ، وفى ٣ أكتوبر تحدث علنا فى جمع بريطانى حاشد نيابة عن لجنة شكلها رجال مثل « ردرفورد » : لمساعدة العلماء اللاجئين من ألمانيا النازية .

وكانت تلك نهاية عهده بأوربا .

وقد غادر الى أمريكا مصطحبا زوجته وسكرتيرته ومساعدته البروفيسور « والتر ماير » ، وبلغها فى ١٧ أكتوبر عام ١٩٣٣ ، واعتبر وصوله للبلاد مناسبة هامة .
وعلى الفور تقريرا دعاه الرئيس روزفلت لقضاء الليلة ضيفا فى البيت الأبيض ، وعندما التقيا فى يناير وجد الرجلان اهتماما مشتركا يجمعهما فى حبهما للبحار فى الزوارق ، وهو موضوع يمكن لهما الحديث فيه كخبراء ولكنهما تحدثا أيضا عن الأحوال المتعاضمة فى أوربا .

كان فلكنستر قد اختار « برينستون Princeton » ، نيو جرمى ، مكانا لمعهده وبالفعل ، وحتى اكتمال مبانيه ، كان مقره المعهد الفنى فى جامعة برينستون ، وكانت تلك المدينة الصغيرة ملاذا لآيتينشتين . واستمر فى انتقاد النازى بشدة وبلا حماية أو احتياطات أمن ، وتجول فى الشوارع الآمنة لتلك البلدة بلا خوف ، وكان الناس مندهشين لبعده عن الرسمية ، وقربه ذلك من قلوبهم ، وقد قدر له أن يقضى بقية أيامه فى هذه البقعة الهادئة .

الفصل العاشر

المعركة والقنبلة

بعد أن استقر أينشتاين آمنا في برنستون ، يمكننا الآن العودة لنسرد ، في خطوط عامة ، التطورات غير العادية التي حدثت في تلك الأثناء في النظرية الذرية .

لنتذكر أن أينشتاين ، خلال أيام مكتب البراءات ، قد طبق فكرة بلانك الثورية عن الكم في نظرية الضوء ، ونظرية الحرارة الداخلية . وفي مؤتمر سولفاي عام ١٩١١ ، وبفضل أعماله عن الحرارة ، أصبح من الواضح أن « الكم » يجب أن يؤخذ في الاعتبار بشكل جاد ، وبالنتيجة ، أصبح من الواضح أيضا أن الكثير قد غدا غامضا . فنظرية الكم متعارضة على خط مستقيم مع كل من ماكسويل ونيوتن ، ولم تكن هناك طريقة للتوفيق بين الجديد والقديم ، وأصبح العلم في أزمة حادة ، أعمق بكثير مما كان متصورا .

ومن بين النخبة التي حضرت مؤتمر سولفاي المذكور كان ارنست رذرفورد النيوزيلندي المولد ، ورائد فيزياء الذرة على مستوى العالم . وهو حائز على جائزة نوبل عن

أعماله عن طبيعة النشاط الإشعاعي في كندا ، وكان وقتها أستاذا في جامعة مانشستر ، جامعا حوله فريقا من الباحثين المبرزين * وبصفته رائدا هو نفسه ، فقد كان يستمتع بالمناقشات المجددة حول الكم ، والتي دارت في المؤتمر * وعند عودته الى مانشستر أعاد تلك المناقشات بحرارة على أسماع الفيزيائي الدانيماركي الشاب « نيلز بوهر Niels Bohr » وهو حديث ظل يتذكره الى نهاية عمره

في بدايات ١٩١١ ، اقترح رذرفورد فكرة أن الذرة تتكون من نواة ضخمة نسبيا ، وان كانت غاية في الضالة ، تحيط بها الالكترونات كوكبية ، نظام شمسي دقيق مترابط بقوى كهربية وليس جاذبية * وكان ذلك الاكتشاف المصيري مرتكزا ببراعة على التجربة ، ولكن نموذجه ذاك كان معيبا ، حيث انه طبقا لنظرية ماكسويل مصيره الانهيار ، فلن تظل الالكترونات في مداراتها الثابتة ، بل سوف تشع طاقتها على هيئة موجات كهرومغناطيسية ، فتتجه في حركة لولبية نحو النواة لتتهار داخلها * لم يكن هناك من أمل في أن تظل ثابتة أو أن تشع خطوط الطيف كما يشاهد بالتجربة *

وفي عام ١٩١٣ ، عندما عاد بوهر للدانيمارك ، تدخل لانقاذ الموقف * لقد تحدى أينشتين ماكسويل ، وقرر بوهر أن يتعداه بدرجة أكبر ، وبنفس السلاح ، نظرية الكم *

كان هم بوهر الأول أن يضع تصورا نظريا لا تنهار فيه ذرة رذرفورد * تصور ستارة لنافذة ، تتحرك بحيث تدخل المطلوب من ضوء الشمس ، وأن هذه الستارة مصممة بـ «سقاطات» على مسافات محددة ، عندئذ لن يكون التغير في

مكان الستارة كما نحب ، بل لا يكون الا عند تلك السقاطات .
هذا ما تصوره بلانك بالنسبة للاشعاع ، لن يكون عند أى
من الاهتزازات ، بل عند قيم محددة ، تحددها قيمة « الكم »
لطاقاتها . وسبق أن التقط آينشتين فكرة القيم المحددة تلك ،
مستشفا مدى أهميتها ، وطبقها على الحرارة والضوء ،
وها هو بوهر يقحمها على الذرة ليمنعها من الانهيار .

وفي تحد سافر لقاعدة ماكسويل ، أعلن بوهر أن
الالكترونات لن تظل في مداراتها فقط ، بل وانها لن تشع
أثناء دورانها ، واستمر في طريق الهرطقة ذلك ليقرر أن
المدارات لن تكون الا بقيم محددة البعد عن النواة ، ولن
يسمح بقيم بينها لها . أما عن الاشعاع ، فقد قرر أنه لا يكون
أثناء دوران الالكترون حول النواة ، ولكن عند انتقاله من
مدار لآخر من المدارات المسموح بها . وقال ان ترددات
الضوء مرتبطة بالتغير في طاقة الالكترون وفقا لقاعدة الكم ،
وان العلاقة بين الطاقة والتردد محددة بثابت بلانك . وبين
ان تلك القواعد في صورتها الرياضية الأكثر تفصيلا تؤدي
الى نتائج في توافق غير عادى مع التجارب . وقبل كل شيء ،
ورغم أن هذا تم ادراكه لاحقا ، فقد أظهر صدق حدسه
الفريزى برفضه الحديث عما يحدث خلال قفزة الالكترون
بين مدار وآخر .

كانت نظرية بوهر عن ذرة رذرفورد احدى نقاط
التحول في الفيزياء ، وسرعان ما جلبت الشهرة له . الا أنها ،
وباعترافه ، كانت تتزاوجا بين المفاهيم التقليدية والكمية ،
بحيث رفضها كبار الفيزيقيين فى أول الأمر ، باعتبارها
هراء . وقد كتب بوهر بانفعال عام ١٩٥٨ : « خارج

مجموعة مانشستر كانت أفكارى تقابل بتردد شديد »
وبالتأكيد يمكن اعتبار نظريته وبحق هراء كبيرا ، هراء
ملهم ، تحفة من صدق الحدس ، ولنترك آينشتين يتحدث
بنفسه عن قيمتها • فى خريف ١٩١٣ ذكرها باعتبارها
« أحد أعظم الاكتشافات » وأبدى الإعجاب بوجه خاص
بـ«الانجاز الرائع» بربط الضوء بالقفزات الكمية للالكترونات ،
بدلا من ذبذبته ، حسب الاعتقاد الشائع طبقا للأسس
الماكسويلية ، بل وحتى الكمية • وفى سيرته الذاتية التى
كتبت بعد ذلك بثلاثين عاما ، وبعد أن تخطى العلم بكثير
نظرية بوهر ، تكلم آينشتين عن سنوات ما قبل الحرب الأولى :

« كل محاولاتي ••• فشلت تماما • بدا الأمر
كما لو أن الأرض قد مادت تحت قدمي ، وبلا أى
أساس ثابت يجذبه المرء أينما حاول ليبنى عليه •
لكن هذه الأسس المهتزة والمتعارضة والمتناقضة
كانت كافية لتمكين رجل فى مثل حدس وحساسية
بوهر الفريدة ليكتشف القوانين الأساسية لخطوط
الطيف ، وكذلك مدارات الالكترونات ، بكل دلائلها
للكيمياء • يبدو لى ذلك وكأنه معجزة • • وهى
كذلك حتى اليوم • هى أرقى صور التناسق فى
مجال الفكر » •

فى عام ١٩٠٠ ، حينما استخلص بلانك معادلته عن
إشعاع الجسم الأسود ، لم يستطع تفادى الخلط بين الأفكار
الماكسويلية والكمية ، رغم ما بينهما من تناقض • وفى
١٩١٦ وجد آينشتين مدخلا كميًا جديدا تفادى به المفاهيم
الماكسويلية الكهرومغناطيسية • وقد أظهر نجاح نظرية

بوهر أنه فيما يتعلق بالطاقة الداخلية ، فإن الذرة تشبه سلسلة من المستويات أو الخطوات . ولقد تأكد وجود هذه المستويات بالفعل بتجارب مباشرة ، وأدرك أينشتين أنه أيا كان مصير نظرية بوهر بما فيها من خلط بين المفاهيم ، فإن مفهوم مستويات الطاقة سيفضل حيا . ومن ثم فقد اتخذ منها أساسا آمنا ليبني عليه . وباستخدام المنطق الاحتمالي ، وبدون افتراض الفوتونات ، وجد ، وينص ما قاله ، اشتقاق « بسيط بشكل مذهل » من معادلة بلانك لاشعاع الجسم الأسود . بل وقد وجد المزيد ، ولم يكن يخفى سروره البالغ بالطريقة التي انسجمت بها كافة الأجزاء . وعندما نشر العمل كتب عنها « نفخر ببساطتها وعموميتها » ولم يكن في ذلك مبالغا . كانت عملا لأينشتين بحق ، وكان محقا عندما اعتبرها من بين أفضل أعماله ، وقد كان تأثيرها على بوهر عظيما ، وبالتالي على تطور الفيزياء الكمية برمتها .

والفكرة الأساسية سهلة الاستيعاب . افترض أينشتين غازا مكونا من ذرات كلها من نفس النوع . ولنفترض للتبسيط أن لها مستويين للطاقة فقط . ولنتحدث من البداية عن جسيمات الضوء ، الفوتونات ، ولو أن أينشتين لم يكن محتاجا لها . ولنفترض أيضا أن الفوتونات كلها لها طاقات تتناسب بالضبط مع مستوى الطاقة المشار اليهما . وأنه عندما تكون الذرة في المستوى الأدنى نطلق عليها مصطلح « فارغة » ، وعندما تكون في المستوى الأعلى نطلق عليها « ممتلئة » . وعلى ذلك فعندما تمتص ذرة فارغة فوتونا فانها تصبح ممتلئة . وحين تطلق ذرة ممتلئة فوتونا فانها تصبح فارغة .

هنا يضع أينشتين ثلاث قواعد، اثنتان منهما سنذكرهما الآن والثالثة فيما بعد . والقواعد الثلاث هي المقابل الكمي لعمليات ماكسويل . تظل الذرة فارغة حتى يصلها فوتون ، أما الممتلئة فتشع ما بها من فوتونات تلقائيا ، أى دون أى استثارة خارجية . ولما كنا نفتقد أية معلومات عن العمليات الداخلية فى الذرة ، فليس بإمكاننا أن نتوقع متى ستطلق فوتوناتها . لذلك سوف نفترض أنه إذا كان لدينا العديد من الذرات والفوتونات فإن الاشعاع سيكون عشوائيا ، ونضع معادلة احتمالات لتعبر عن هذه العشوائية . وهى من نفس نوع المعادلات الاحصائية التى استخدمها رذرفورد وآخرون فى التعامل مع الاضمحلال الاشعاعى لنواة الذرة .

لدينا الآن عمليتان ، ذرات فارغة تمتص فوتونات عندما تصل اليها ، فتنتقل للمستوى الأعلى ، وذرات ممتلئة تطلق فوتونات تلقائيا عند لحظات غير ممكن توقعها ، فتتهبط للمستوى الأدنى . ونسمى هذه العملية الاشعاع التلقائى spontaneous emission ، وينبغى أن يكون معدل الاشعاع مساويا لمعدل الامتصاص . ولكننا لو اكتفينا بالقاعدتين المذكورتين فقط ، فلن نصل الى معادلة بلانك لاشعاع الجسم الأسود . وقد أدرك أينشتين أنه لا بد من وجود عملية ثالثة للتوصل اليها . لنفرض أن ذرة ممتلئة صادفت فوتونا ، المفترض أنها لن تعيره التفاتا ، وهنا افترض أينشتين أنها قد تحاول امتصاصه (١٤) ، وأنه عندما تفعل ذلك ، ينطلق منها الفوتونان معا ، ما بها أصلا وما امتصته زائدا عن حاجتها ، فتصبح بذلك فارغة . قد يكون هذا من قبيل

(١٤) هل نسيبها فى هذه الحالة « جشعة » ؟ - (المراجع)

خرافات ايسوب ذات المعانى الأخلاقية ، ولكن هذه العملية ذات أهمية علمية كبرى وتسمى الاشعاع المستثار stimulated emission . ومن الجدير بالذكر أنها بعد ثلاثة عقود وجدت تطبيقا عمليا غاية فى الأهمية ، فهى المبدأ الأساسى لأشعة الليزر ذات الاستخدامات الجليلة فى وقتنا الحاضر . ومن المفارقات ان هذه الأشعة التى قد تكون السلاح الرئيسى للحرب العالمية الثالثة اذا قدر لها أن تقوم ، مبنية أساسا على الأبحاث الكمية التى قام بها أينشتين فى برلين ، مؤسسا اياها على أسباب جمالية .

هناك المزيد من الجوانب عن هذه القصة بالذات ، نذكر احداها بايجاز . فخلال عمله فى الورقة الثانية وجد أينشتين أسبابا قوية تدفعه لاعتبار كميات الضوء كجسيمات ذات كمية حركة مثل طلقات الرصاص مثلا . وكانت هذه الأسباب من الوجهة بحيث كتب فى مقالته : « ان الاشعاع على صورة موجات شيء لا وجود له » . وقد تأكد سلوك الضوء كجسيمات فى تجارب عام ١٩٢٣ . ولكن الأدلة على موجات الضوء كانت قوية ، وفى عام ١٩٢٢ ، حينما فاز بوهر بجائزة نوبل ، كان مع آخرين مترددا فى قبول فكرة أينشتين عن جسيمات الضوء ، بل انه بشكل من الأشكال لم يقتنع بها أبدا .

تقابل الرجلان للمرة الأولى فى عام ١٩٢٠ ، عندما دعى بوهر لالقاء محاضرة فى برلين عن نظريته . وبمجرد وصوله بدأت مناقشة مبهجة وحيوية بين الرجلين ، بحيث احتلت كل أوقات الفراغ خلال أيام الزيارة . وكان ذلك متوقفا مع مثل هذين الرجلين ، لأن كلا منهما كان يكن للآخر عظيم

الاحترام • وكلاهما أيضا كان مفتونا بالمعضلات الضخمة التي أنعمت الفيزياء النظرية • وبعد أن غادر بوهر برلين كتب إليه أينشتاين في ٢ مايو : « نادرا ما تمتعت لمجرد تواجد شخص معي بمثل ما شعرت به معك • لقد أدركت الآن لماذا يحبك إيرنست بهذه الدرجة » • وقد رد عليه بوهر : « كانت بالنسبة لي أعظم تجارب حياتي أن التقيت بك وتحدثت معك ، ولا يمكنك أن تعلم مقدار النشوة التي أحسست بها عندما استمعت لأرائك ، لن أنسى أبدا مناقشاتنا في الطريق من « دالم » إلى « منزلك » •

وبحلول عام ١٩٢٢ كان بوهر مفخرة الدانيمارك ، ومديرا لمعهد الفيزياء النظرية الذي أنشئ خصيصا من أجله في كوبنهاجن • وأصبح المعهد فيما بعد المركز العالمي للنظرية الذرية • وتقاطر عليه المنظرون الجدد من كل الأقطار ، ولم تكن مزحتهم أن اللغة الرسمية للمعهد هي الانجليزية الركيكة تخلو من حقيقة •

أما فيما يتعلق برذرفورد ، فقد أصبح مديرا للمعمل كافنديش الشهير في جامعة كامبردج ، وهو المنصب الذي شغله ماكسويل من قبل • وظل بوهر المنظر ورذرفورد رجل التجارب على اتصال وثيق ، وفي ظل ريادتهم المهمة حققت الطبيعة الذرية قفزات هائلة •

لكن نظرية بوهر كانت تواجه مصاعب خطيرة خلال عام ١٩٢٢ ، وكان الكل على علم ، خاصة بوهر نفسه ، أنها مرحلة انتقالية • وقد تمكن بوهر من توسيع مداها بادخال « مبدأ التوافق Correspondence principle — تذكر هذا الاسم — طعم فيه نظريته بدماء من الفيزياء الكلاسيكية ،

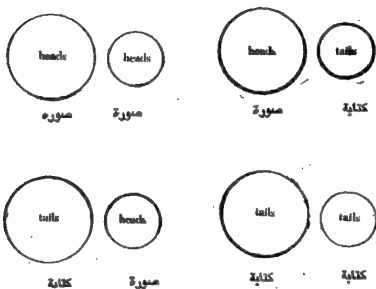
ولكن هذا المبدأ كانت له كل مقومات الحل المؤقت ، وبدأ
بوضوح أن النظرية قد استهلكت أغلب مواردها ، وبات
المنظرون في حالة من الارتباك البالغ .

وفجأة ، وبلا مقدمات ، انهارت كل العقبات التي
تحول دون التقدم ، فقد وجد المخرج أخيرا ، وبعد عدة
سنوات من البلبلة تبدلت الصورة . لا تتعب نفسك في
محاولة الفهم ، فما يلي يحكى خطوطا عامة لحوادث متزامنة
وتفاسير مفتعلة استنزفت الطاقة الذهنية لأكبر علماء
العصر . ولو سببت لك الحيرة فهي على الأقل قد نقلت لك
الحالة العامة التي كانت سائدة آنذاك .

عندما عاد الفيزيائي الفرنسي « موريس دى بروليي
Maurice de Broglie » (يكتب عادة « دى بروجلي ») من
مؤتمر سولفاي الشهير عام ١٩١١ ، أثار تقريره أخاه لويس
بدرجة فاقت ما أثاره تقرير رذرفورد في بوهر الشاب .
وبالحاح من لغز الكم ، والدلائل المتضاربة حول طبيعة
الضوء كجسيمات وكموجات على ذهنه ، خرج هو الآخر
فيما بين ١٩٢٢ و ١٩٢٤ بفكرة لا تقل غرابة . فقد اعتبر
الضوء جسيمات تقودها الموجات ، والأكثر من ذلك اعتبر
الالكترون بدوره جسيما مصحوبا بالموجات ، وكذا بقية
الجسيمات ، وأن هذه الموجات تسير بأسرع من الضوء . وقد
يبدو ذلك غير مقبول ، وهو بالفعل كذلك ، وكان لابد من
تعديل تفسير حسابات دى بروليي الرياضية ، ومع ذلك فقد
استطاع بموجاته تلك أن يعطى تصور بوهر للمدارات
المحددة التي اقترحها بوهر معنى حيا .

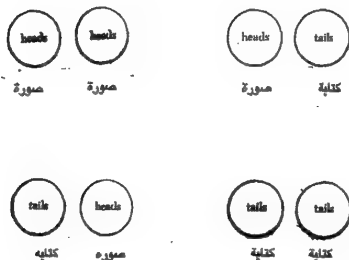
وبتعبير غير عادي اهتم أحد الرجال ، « بول لانجفين Paul Langvine » ، بأفكار دي بروي ، وأخبر أينشتين بذلك .

والذي حدث أنه قبل ذلك بفترة قصيرة كان أينشتين يشحن طاقته الذهنية . كان قد تسلم مخطوطا من فيزيائي هندي غير معروف ، « س . ن . بوز S. N. Bose » . وقبل أن نمرض لمخطوطة بوز نتساءل سؤالا بسيطا : اذا رمينا قطعتين من عملتي نقد مختلفتي القيمة ، ما هي احتمالات أن تستقر العملتان على وجهي الصورة ؟ هذه مسألة بدائية من مسائل الاحتمالات سهلة الحل . لدينا هنا أربعة احتمالات ، كلها متساوية الفرصة : الوجهان صورة ، الوجهان كتابة ، كتابة وصورة ، صورة وكتابة ، كما هو مبين في الشكل التالي :



ومن ذلك يمكن القول بأن الاحتمال هو واحد من أربعة ، أى ٤/١ .

لنفرض أننا سوف نلقى بقطعتين من العملة بنفس القيمة ، ما هى الاحتمالات فى هذه الحالة ؟ الآن ستكون لدينا ثلاث حالات فقط ، كما هو مبين فى الشكل التالى :



وذلك لأن حالتين قد اتحدتا ، صورة - كتابة وكتابة - صورة . ومن هنا فقد نصل للنتيجة الخاطئة بأن نسبة الاحتمالات هى الثلث ، بينما هى فى الواقع لا تزال الربع ، حيث ان احتمال الحالتين المتحدتين هى النصف . فاذا وقعنا فى خطأ كهذا فليس لنا أن نخجل ، اللهم الا اذا كنا متخصصين فى نظرية الاحتمالات . ففى بداية العهد بها وقع فى هذا الخطأ كبار الرياضيين . ولتفادى الوقوع فى مثل هذا

الخطأ علينا أن نميز بين العمليتين المتشابهتين بأية علامة مميزة ، توضح الحاليتين المتشابهتين فلا تؤخذان على أنهما حالة واحدة .

لنعد الآن الى مخطوطة بوز ، لقد تعامل مع الضوء كجسيمات مطبقا عليها القواعد الاحصائية التي طبقت فيما سبق على جزيئات الغازات ، أخذنا في الاعتبار أن كميات الضوء متساوية الطاقة ستكون أشبه بالعملات المتشابهة . وبين أنه لو تعمدنا الوقوع في ذلك الخطأ ، فإنه يكون بإمكاننا استخلاص معادلة بلانك لاشعاع الجسم الأسود ، بينما لو تجنبنا الوقوع في الخطأ المشار اليه ، لا يمكن التوصل لتلك المعادلة .

واستشعارا منه بأهمية رأى بوز ، قام أينشتاين بترجمة المخطوطة الى الألمانية وعمل على نشرها في مجلة علمية ، ولم ينته الأمر عند ذلك الحد ، فبحمد منه قارب النبوءة أصبح هذا المفهوم معروفا بـ « احصائيات بوز - أينشتاين » . وقد وسع أينشتاين من فكرة بوز بتطبيق طريقتيه في حساب الاحتمالات على حالة الغازات من مادة ذات جزيئات متشابهة ، وعليه فعندما وجد أن دي برولي أيضا يتعامل مع الضوء والمادة بطريقة موحدة ، تنبه على الفور . وعلى الرغم من أن أفكار دي برولي كانت « مجنونة » ، كما أمر أينشتاين لبورن فيما بعد ، إلا أنه استشعر أهميتها . لذلك ، وفي عام ١٩٢٥ وفي ورقته الثانية عند تقديمه لأفكار بوز لم يكتف بفرض

فكرة برولى ، ولكنه أيضا أثنى على أعماله لدى الفيزيقيين (١٥) .

كان أينشتين يدرك تماما الوزن الفعلى لكلماته ، ولكنه لم يكن يتوقع ذلك التأثير لها عن أفكار دى برولى . وبالتالى ، وفى عام ١٩٢٦ فى جامعة زيورخ بدأ النمساوى « ايروين شرودنجر Erwin Schrodinger » فى نشر نظرية ذرية حققت نجاحا كبيرا . وبمغم ارتباطها الوثيق بمعادلات نيوتن ، الا أنها لم تعتبر المادة مكونة من جسيمات ولا جسيمات مصحوبة بموجات ، وانما مجرد موجات ، موجات سلسلة خالصة ليست فى الفراغ المعتاد ، بل فى فراغ رياضى مجرد يمكن أن تكون له العديد من الأبعاد .

وفى تلك الأثناء ، وفى يونيو عام ١٩٢٥ تمكن الفيزيائى الألمانى « فيرنر هايزنبرج Werner Heisenberg » وهو فى الثالثة والعشرين من وضع نظرية ذرية لا تقل نجاحا عن السابقة ، ولكنها مختلفة تماما . فقد استبعد مدارات الالكترونات باعتبارها غير مرئية ، ورفض ريز ما هو متعلق بالذرة على أسس كهذه . وبتطبيقه أسلوبا

(١٥) هناك شيء غريب فى هذا التسلسل للحوادث يتجاوز غرابة المفاهيم ، نظرية بوز الاحصائية لم تكن جديدة تماما ، فهي قد انبثقت منذ ١٩١١ بطريقة ضمنية فى أعمال إيرنست وآخرين فى التعامل مع معادلة بلانك . وكان من المتوقع أن ينتبه لها أينشتين بما له من اهتمام بالغ بمعادلة بلانك ولا ينتظر تحفيزا لذلك من بوز . ولكن من الممكن تصور أنه لم يكن قادرا على الانتباه لما تضمنته أفكار ١٩١١ من ايعازات بسبب نفسى هو احتياجه للتركيز على نظريته الثورية الخاصة بجسيمات الكوانتا الضوئية . وحتى فى ١٩٢٤ لم يكن قبله لطريقته الاحصائية مع بوز الا على مخفض ، لكنها تنزع عن الجسيمات استقلاليتها ، بما يلقى غموضا على مفهوم الجسيمات . هذا الاثر النفسى ، بفرض وجوده ، يجب أخذه فى الاعتبار حين نتعرض للتطورات التالية فى هذا الفصل .

مجردا صارما ، وجد من خلال حقائق معروفة ومستقرة عن
الطيف الذرى أسبابا للاستنتاج الغريب التالى : أنه على
المنظرين ، ومع التزامهم بالمعادلات النيوتونية أن يستخدموا
العناصر الرياضية بما يجعل $s \times s$ لا تساوى $s \times s$!

وكان هايزنبرج لحسن الحظ مساعدا لبورن فى جامعة
جوتنجن ، وكان الأخير على بصيرة بفكرة هايزنبرج فحملها
محمل الجد ، وعمل مع مساعده « باسكال جوردان
Pascal Jordan » بهمة ونشاط على تطوير تلك المفاهيم ،
وفى سبتمبر كان ثلاثتهم قد توصلوا الى وضع النظرية فى
صورتها المحددة . كذلك وبشكل مستقل وأكثر وضوحا فعل
باحث انجليزى شاب « بول ديراك Paul Dirac » ، من جامعة
كامبردج . وكان هو الآخر فى الثالثة والعشرين .

وفى ١٩٢٦ حقق بورن تقدما ملحوظا فى هذا المجال ،
وحصل على جائزة نوبل فيما بعد تقديرا لهذا الانجاز . فقد
أعاد تفسير نظرية شرودنجر ، على مضض مع الأخير .
واعتمادا على تلميح من احدى محاولات آينشتين المبكرة
للتوفيق بين الموجات وجسيمات الضوء ، اعتبر بورن موجات
شرودنجر ليس كما تصورها الأخير كموجات للمادة ، بل
موجات احتمال (١٦) مصاحبة لجسيمات المادة .

فى خضم كل هذه المرحلة المجيرة دعنا نتوقف لنتساءل :
من أين وجد كل من دى برويلى وهايزنبرج الالهام لتصوير
أفكارهما غير العادية . وكذا الشجاعة لصياغتها رياضيا .

(١٦) بعبارة أدق ، موجات لما يسمى « الاحتمالات السعوية » Probability amplitudes ، ولكننا لسنا محتاجين لملل هذه العبارة .

ليس من السهل أن تكون رائدا ، من الناحية المعنوية أنت محتاج لقدر عظيم من العزم والاقناع • على سبيل المثال عندما قارب هايزنبرج من الانتهاء من حساباته الأساسية فكر جديا في احراق أوراقه • صحيح أن النظرية الذرية كانت ناضجة للأعمال البطولية ، ولكن اليأس كان هو الدافع الوحيد ، بينما لم تقدم هي سوى النزر اليسير من التوجيه •

لقد تنامت أفكار دي برولي بشكل مباشر من فكرة آينشتين عن كوانتا الضوء ، وبشكل أخص من النظرية النسبية الخاصة • وكانت تلك النظرية هامة أيضا بالنسبة لهايزنبرج ، فانكارها الصريح للتزامن المطلق أعطاه الشجاعة لانكار مدارات الالكترون غير المرئية ، كذلك تطورت احدى أفكار آينشتين من أعماله عام ١٩١٦ لتكون أساسا لاكتشاف الليزر • لكن تأثير بوهر كان هائلا ، كان هايزنبرج قد أمضى لتوه عاما مشغرا في معهد كوبنهاجن ، وكانت فكرته امتدادا طبيعيا لمبدأ التوافق السابق ذكره ، والذي به مد بوهر من نطاق نظريته في محاولة لرأب صدعها • ففي مسكرات موتها ولدت نظرية هايزنبرج ، ويعتبر ذلك أعظم انجازاتها •

وكانت أفكار دي برولي وهايزنبرج تجديدا غير عادي • ولقد تنامت أفكار دي برولي من النسبية ومفاهيم الكوانتا الضوئية بشكل رائع يدفع المرء للتعجب لماذا فات على آينشتين أن يتخذ هذه الخطوة العاسمة • وبنفس المنطق كانت أعمال هايزنبرج متولدة من مبدأ التوافق الذي وضعه بوهر ، بحيث يتمجب المرء لماذا لم يتخذ الأخير هذه الخطوة • ولكنه

كل ذلك لا يقلل مما حدث من انجازات • وقد حصل كل من هايزنبرج ودي برولي وشروندجر على جائزة نوبل •

رغم ذلك يمكننا النظر للأمر بشكل مختلف • فان مفاهيم دي برولي وشروندجر هي شهادة يحق على قوة حدس آينشتين ، وكذلك الأمر بالنسبة لكون أعمال هايزنبرج شهادة على قوة حدس بوهر • ولذلك فان الاثنین ، آينشتين وبوهر ، قدر لهما أن يتواجهها في معركة طويلة حول تفسير النظرية الجديدة •

نقول نظرية ، وليس نظريات ، لأن شروندجر قد اكتشف - ولم يكن الوحيد - رابطة رياضية تبين أنها متماثلتان في الأساس • ومن خلال التفسير الاحتمالي أمكن لديرك ، وبشكل مستقل جوردان ، أن يكتشفا سريعا أنهما وجهان لنظرية واحدة أعم ، هي ما أطلق عليها « ميكانيكا الكم » *quantum mechanics* ، وهي المستخدمة بصورة أساسية حاليا •

موجات الاحتمالات في الفراغ متعدد الأبعاد ، من x ص لا تساوى ص x من • ولأن الفكرتين تتربطان ، ما الذي سصير اليه هذا العالم ، عالم الكم ؟ بالكاد كان فيزيائيو تلك الحقبة يتمكنون من التقاط أنفاسهم • كانوا يعيشون في أوج ثورة علمية تجمعت نذرها منذ بداية القرن • ولو كان لنا أن نشاركهم شيئا من أحاسيسهم ومشاعرهم خلالها ، وهم يتخمون بالأحداث المتلاحقة ، فعلينا ألا نتباطأ ، بل نسارع الخطو لاهتين ، فأماننا ، مثلهم ، المزيد من المفاجآت - ففي عام ١٩٢٧ ، وبالهام مرة أخرى من أعمال آينشتين في

استنباطه للنظرية النسبية ، أعلن هايزنبرج عن مبدأ عام شامل ، يعطى صورة حية لمدى غرابة ما كان يطرح من مبادئ .

لكي نرى قطة ، علينا أن نسقط عليها الضوء . وحين نفعل ذلك ، فإن فوتونات الضوء سوف تصطدم بها ، ولكن القطة لن تشعر بهذا الأثر لضآلته بالنسبة لكتلتها . وينطبق ذلك على كل ما نراه في حياتنا اليومية . لكن الأمر يختلف في العالم دون الميكروسكوبى للجسيمات الذرية . فالإلكترون مثلاً أصغر من أن يرى بالعين المجردة ، فلو حاولنا أن نراه ، علينا أن نسقط عليه الضوء ، وعندئذ تنهال عليه الفوتونات كطلقات الرصاص لتدفع به بعيداً عن الموقع الذى أردنا أن نشاهده فيه ، مؤثراً كذلك فى سرعته الأصلية . وقد استخلص هايزنبرج من ذلك أنه يستحيل أن نحدد بدقة موقع جسيم ، وأن نرسم مساره كما تفعل الأجسام المألوفة لدينا ، فعين نريد تحديد الموقع بدقة ، لابد لنا أن نضحى بدقة تحديد السرعة ، والعكس بالعكس . وهذا بوجه عام هو مبدأ « عدم اليقين uncertainty » ، وقد لا يبدو ذلك انجازاً هاماً ، ولكن لنر ما يمكن أن يتمخض عنه .

طالما أننا ليس بإمكاننا أن نحدد بدقة موضع وسرعة الجسيمات فى لحظة معينة ، فلن نكون قادرين على توقع مكانها فى لحظة تالية ، ويكون التنبؤ العلمى أمراً مشوشاً . لقد أصبح مبدأ السببية مبدأ كميًا .

هذا بالقطع أكثر تشييتاً للذهن من انكار أينشتاين للزمأن المطلق . فهو اغراق فى تدمير أسس العلم التقليدى . ولكن ذلك لن يؤدى لفوضى ضاربة بالضرورة ، اذ يظل هناك بصيص من التحديد ، ولكنه ليس من النوع الذى يعطينا

دفع اليقين • واليك احدى الطرائق فى وصف ذلك الملمح :
بين الملاحظات تطرد الموجات الاحتمالية فى نظام محدد •
ويمكننا ذلك أن نتنبأ بالاحتمالات • وبالنسبة لمسائل الحياة
اليومية تقترب هذه الاحتمالات الى ما يشبه اليقين ، بحيث
يكون عدم اليقين بالنسبة للأجسام المرئية قدرا ضئيلا
لا يلتفت له •

أخذ العلماء فى تمثيل هذه الأفكار المختلفة فى قنوط ،
وقد هالهم نجاح ميكانيكا الكم ذات الجمال الرياضى والمفعمة
بالمتناقضات الفيزيكية • والآن ، ما معنى ذلك كله ؟ أى منطق
يمكننا استخلاصه من ذلك ، ان صح أن به شيئا من
منطق ؟ لقد أعطى بوهر الاجابة عام ١٩٢٧ ، وأصبحت
فيما بعد ، مع أفكار بورن وهايزنبرج ، أساسا لما يعرف
الآن بـ « تفسير كوبنهاجن » • وقد أدخل بوهر مفهوما أسماه
« مبدأ التكاملية complementarity » • وما يلى هو خطوط
عريضة لهذا المفهوم الدقيق ، الذى لا يبدو أنه قد اتفق على
التفاصيل فيه : نلاحظ أولا ، وهو مالا يحتاج لتوضيح ، أن
عالم الكم الذرى ليس مما يمكن أن نتصوره على الأسس التى
ألفناها فى حياتنا اليومية • ويذهب بور الى أنه لا توجد قط
وسيلة تعتمد على النظم المألوفة فى حياتنا اليومية تمكننا
من ذلك • فنحن حينما ننهض لاجراء تجربة ما ، نقوم
بعمليات لضبط أجهزتنا التى صممت لتوائم حواسنا
البشرية ، ثم ننتهى بقراءات نأخذها أيضا بأحاسيسنا
البشرية ، بمعنى أننا نبدأ وننتهى بعمليات لا علاقة لها
بعالم الكم ، وليس من سبيل لتفادى ذلك • بينما ونحن نقوم
بهذه الاجراءات المرتبطة بداية ونهاية بعالمنا المألوف ، نحاول
التعرف على عالم الكم الغريب تماما عن عالمنا ، والذى يتطلب

للتعرف عليه ما هو أكثر مما ألفناه في حياتنا اليومية . لقد انتهى بنا الوضع الى أن نضطر للتعامل مع نوعين من الصور المتعارضة ، والتي تكمل بعضها البعض . فبصرف النظر عن كون الصورتين المادية والموجية متعارضتين ، فنحن في احتياج لهما معا . فهما ببساطة صورتان متكاملتان ، لا يحملان تناقضا فيزيقيا . بالضبط كما لا يوجد تناقض بين مظهر السماء في الليل البهيم وفي منتصف النهار ، لا يوجد أى تناقض بين تجارب تظهر خواص موجية للالكترونات وأخرى تظهر خواص مادية له . هذا التناقض ليس الا في أذهاننا نحن لكوننا نبحث عن صورة بسيطة موحدة ، كالصور المألوفة لأذهاننا ، ولكن ليس لها وجود في الطبيعة . ففي الصور التي نتحصل عليها ، ليس فقط الخواص المادية والموجية مطلوبة لها ، بل أيضا التعايش مع التناقض الذي أظهره هايزنبرج بين تحديد قيم مثل الموضع والسرعة . أيضا عندما نبحث عن صورة دقيقة بمفردات الفراغ والزمن ، ليس أمامنا الا التخلي عن التحديد المطلق ، والعكس بالعكس . علينا أن نوطن أنفسنا ، كما بين بوهر ، على التعايش مع هذا التكامل الشامل النطاق ، فليس من سبيل للهروب منه الا بالتعايش معه .

فماذا كانت علاقة أينشتاين بكل ذلك ؟ لقد رفضه شكلا وموضوعا . فقد كان متناقضا مع كل ما لديه من حدس علمي . فهو منذ أن قام وهو في سن الشباب بتوسيع أعمال بلانك الرائدة عام ١٩٠٠ ، قد حاول بكل ما يملك من جهد أن يضع مفهوما فيزيقيا لكوانتا الضوء التي أوجدها هو بنفسه . ويمكننا أن نتصور عدد المرات التي قضاه بين قبول ورفض طيلة حياته . لقد شغلته وأرقته هذه المشكلة

بشكل دائم . كيف يمكن للفوتونات أن تتصرف مرة كالجسيمات عند ارتباطها بالذرات ، ومع ذلك تنتقل كالموجات ، كما لو كان بإمكانها أن تكون في عدة مواضع في نفس الوقت ؟ وقد زاد دى بروليى الموقف سوءا بمد هذا التناقض الى المادة معطيا اياها خواص موجية ، ليسرى ذلك الوضع الغريب على كل الفيزياء . وقد تقبل أينشتين ذلك ، فهذا التوسع نوع من التوحد الذى ينشده . وها هو بوهر ينادى بالتعايش مع الصورتين الموجية والمادية كصورتين متكاملتين ، وهنا هبت غرائز أينشتين العلمية رافضة . وفى أواخر أيامه ، فى ١٢ ديسمبر عام ١٩٥٢ كتب لصديقه القديم ميشيل بيسو الذى طالما تناقش معه فيما كان يجول فى ذهنه من أفكار أيام مكتب البراءات قائلا : « كل هذه السنوات الخمسين من التفكير العميق ، لم تقربنى من الاجابة على التساؤل عن ماهية كوانتا الضوء . الآن ، كل من (هب ودب) يعتقد أنه يعلم الاجابة ، ولكن الكل واهم » .

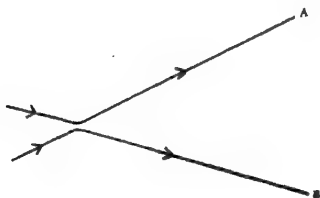
وكان أينشتين فى خضم معركة تفسير ميكانيكا الكم . لقد عارض على الفور التفسير الاحتمالى لنظرية شرودنجر ، ولكن خصمه الرئيسى كان صديقه الحميم بوهر .

وقد ظهر هذا الصراع بشكل علنى فى مؤتمر سولفاى عام ١٩٢٧ . وقد جادل كل من بورن وهايزنبرج بأن عدم اليقين أمر لا يمكن تفاديه : ففى غياب نظام قاطع من السببية ليس أمامنا من سبيل سوى الاحتمالات . وقد وافقهم بوهر على ذلك ، أما أينشتين فلا . لم يكن مستعدا لقبول ما يرفضه حسه الفريزى . لقد أحس أن النظرية غير مكتملة ، وطرح مجموعة من الفروض الجدلية البارعة لتدعيم

أفكاره • ولم يحدث من قبل أن تعرضت ميكانيكا الكم لمثل هذا الهجوم الصارخ ، والذي ثبت له بوهر وحلفاؤه بكل ما يملكون من عزم • وفندوا اعتراضات أينشتين الواحدة تلو الأخرى الى أن اضطروه ، على ما هو عليه من علم ، للتراجع • فكلما سد أينشتين رأيا في طريقة القياس ليتفادى بها عدم اليقين ، يتضح أن ذلك يستتبع رأيا آخر ، وهلم جرا • لقد بدا عالم اللاتحديد أمرا لا مفر منه ، وقد وقف صامدا لكل هجمات أينشتين • وبعد المؤتمر مباشرة انتقلت حلبة الصراع بين الطرفين ، أينشتين وبوهر الى منزل إيرنفست Ethernfest ، الذي هاله أن يجد واحدا من هذين المعبودين له رافضا تفسير كوبنهاجن • وبعد عدة أشهر ، في مايو ١٩٢٨ ، كتب أينشتين لشرودنجر : « ان فلسفة بوهر وهايزنبرج المهدئة ، أو عساي أن أقول ديانة ؟ قد تم احكامها بدقة تجعل المؤمنين بها في حالة استرخاء يصعب أن يفيقوا منه بسهولة » •

وشهد مؤتمر سولفاي السادس عام ١٩٣٠ ، والذي يعتبر آخر مؤتمر يسمح لأينشتين حضوره ، جولة أخرى من الصراع ، حين قدم أينشتين مقترحا جديدا لتفادى عدم اليقين لهايزنبرج ، اهتز له بوهر هذه المرة ، وقد بدا صعب المراس ، اذ لم تلح له فيه ثغرة • ولو كان ذلك صحيحا فان ميكانيكا الكم ، التي كانت قد وصلت آنذاك الى ما لم تصله من قبل من نجاح ، تنهار من أساسها ، وهو ما لم يكن مستعدا لتقبله ، ولم يذق طعم النوم ليلتها الى أن وجد المظمن في جدل أينشتين ، وكان نابما من مبدأ التماثلية ، أو بالأحرى النظرية النسبية العامة • واضطر أينشتين للتراجع ، والاعتراف بصحة مبدأ عدم اليقين •

ولكنه لم يستسلم نهائيا ، ففي عام ١٩٣٣ ، قبيل مغادرته أوروبا نهائيا ، أورد فكرة جديدة ، ثم نشرها بعد ذلك بعامين ، تتلخص فيما يلي : لتتصور الكترونين أ و ب ، يتقاربان ، ومنتظر حتى يتباعدا متنافرين حتى لا يكون لأحدهما تأثير على الآخر . فحينما نجرى قياسا على أمثلا ، يعطينا ذلك فكرة عن ب ، دون أن يدعى أحد أن هذا القياس ، والذي أجريناه على أ ، قد أثر على النتائج الخاصة بـ (ب) بأية حال ، فيكون بإمكاننا أن نعرف ، ومن النظرية الكمية ، من قياس موضع أ بدقة سرعة ب بدقة . هل وضحت الاستراتيجية ؟ نجرى قياسات على التمييز قيم خاصة بـ (ب) غير المتأثر بتلك القياسات .



A B ب

ولتتصور لاعطاء صورة خيالية حية للفكرة أن التنافر حدث يوم الاثنين ، وأنا سوف ننتظر أسبوعا حتى يزول التأثير المتبادل بينهما . طبقا لمبدأ هايزنبرج لا يمكننا أن نحدد بدقة موضع وسرعة الالكترون في نفس الوقت ، ولكي بإمكاننا الخيار بينهما . لنفرض أننا يوم الاثنين قررنا قياس الالكترون أ ، ثم غيرنا رأينا فقررنا قياس سرعته يوم الثلاثاء ، ثم نعود يوم الأربعاء لقياس الوضع

ثم يوم الخميس لقياس السرعة ، ثم يوم الجمعة نعود ونقرر قياس الموضع ، ونرجع يوم السبت لقياس السرعة ، وأخيرا ، وأمام هذا التردد ، نحتكم يوم الأحد لقطعة من النقود نلقيها لنحدد أية قيمة نختار .

لنفرض أن العملة اختارت لنا أن نقيس الموضع ، وتمكننا النظرية الكمية من تحديد موضع أحد الالكترونين من مراقبة الآخر ، أما إذا كانت نتيجة رمى العملة هو قياس السرعة ، فانه أيضا يمكننا أن نفعل ذلك بقياسها لأحد الالكترونين ومعرفة قيمتها بالنسبة للآخر .

من الطبيعي ألا نتصور أن قيم أى من الالكترونين سوف تتأرجح مع هذا التردد منا ، بحيث حين تقرر قياس السرعة مثلا يقرر الالكترون أن يخفى دقة موضعه أو العكس ، وبحيث انه حين تقرر أن نجعل الخيار عشوائيا سيتوافق عدم اليقين مع نتيجة رمى العملة . ان الالكترون فى أية مرة يكون له بالفعل موضع وسرعة دقيقان ، وإذا كانت النظرية الكمية ترفض الاعتراف بذلك ، فهذا يعنى أنها نظرية ناقصة ، لا تعبر تماما عن واقع الطبيعة .

كيف تواجه مثل هذا الجدل ؟ هل يدفعك ذلك للتسليم؟ بالنسبة لبوهر ، كلا . وسنرى حالا كيف تصرف حيال ذلك ، ولكه لا بأس من لحظات الالتقاط الأنفاس ، نقتنمها لذكر مواضيع أخرى .

لعل عودتنا لنظرية ماكسويل تكون ترديدا لألحان من أيام ولت ، ولكه ديراك استطاع فى ١٩٢٧ تجديدها بأن علمها بدم من النظرية الكمية . ثم باستخدام طريقة

« آينشتين - بوز » الاحصائية استخلص من نظرية ماكسويل
المجددة ليس فقط معادلة بلانك للجسم الأسود ، بل أيضا كل
النتائج التى توصل اليها آينشتين بطريق آخر عام ١٩١٦
عن الليزر . وبرغم المشاكل المتضمنة استمرت نظرية
ماكسويل المجددة لتصبح أدق نظرية للفيزياء تحت أيدينا
حاليا .

بعد انخال تلك التعديلات على نظرية ماكسويل ، دعنا
لا ننسى نيوتن - فكل من بوهر وهايزنبرج وشروودنجر قد
بنوا أعمالهم على أسس من أعماله . وقد بين ديراك بكل
لباقة أن ميكانيكا الكم الحديثة هى فى الأساس ميكانيكا
نيوتن مطعمة بالافكار الكمية . ومع ذلك ، ليس لنا أن
ننسى آينشتين . ففى ١٩٢٨ استطاع ديراك ببراعة أن يطبق
النظرية النسبية الخاصة على نظرية الكم للالكترونات ، وهو
انجاز لا يضاهى جماله الا ما حققه من نجاح ، وعلى ضوء
ذلك لم يكن مستغربا أن يمنح جائزة نوبل .

وفى محاولة آينشتين المستميتة حول تفسير نظرية الكم
ترددت نغمة معينة كثيرا ، وهى رفضه الفريزى لفكرة عالم
مؤسس على الاحتمالات ، تكون تصرفات الذرات فيه معتمدة
على الصدفة . وكما دته حيال المشاكل العلمية العويصة ، كان
يحول النظر للأمور من وجهة نظر الله . هل يحتمل أن يخلق
الله عالما خاضعا للاحتمالات الصرفة ؟ أحس الرجل أن الاجابة
يجب أن تكون بالنفى . فإذا كان الله قادرا على صنع عالم
يمكن للعلماء فيه أن يتوصلوا لقوانين علمية ، عليه
أن يخضع العالم لتلك القوانين ، لا أن يسمح للصدفة فى
كل حركة لجسيم فيه . ولكنه كان عاجزا عن اثبات ذلك ،
فقد كانت المسألة احساسا وحسبا ، قد يحيل شيئا من

السذاجة • ولكنها كانت عميقة الجذور • وكم كان حدسه الفيزيقي ، وان لم يكن معصوما ، نصيره فى مواقف عديدة • والعلم كله مبنى على الاقناع ، وكل التطورات الفيزيائية التى تعرضنا لها ، ومن بينها نظرية بوهر الأولى ، تؤكد لنا أن الانجازات العلمية الباهرة لا تبني فقط على المنطق الجاف •

وقد أوجز آينشتين شعوره الحدسى حول نظرية الكم فى كلمته المعبرة التى أخذت أشكالا عديدة فى مناسبات عدة ، وهى « Gott wirft nicht » وترجمتها « ان الله لا يرمى بالنرد (١٧) • ومع ذلك فقد رد آينشتين على خطاب بشأن معتقداته الدينية عام ١٩٤٥ قائلا : « من الخطأ دائما أن تستخدم مفاهيم مجازية من وضع الانسان فى التعامل مع الأشياء خارج نطاق الفهم الانسانى ، ان ذلك تصرف صيغاني » • كما فسر فى خطاب آخر لأحد المتحررين فكريا عام ١٩٥٣ ما كان يقصد بالله فى تلك العبارة بقوله : « انه ليس يهوه أو جوبتر أو اله سينيوزا العظيم » • وفى خطاب ١٩٤٥ سالف الذكر قال ما كان يردده غالبا : « لا نملك الا أن نمجّب بجمال وتناسق بناء هذا العالم فى حدود قدرتنا على فهمه واستيعابه ، هذا كل ما فى الأمر » • وعلى ذلك فان هذا التناسق سوف يتشوه اذا ما حدث أن - وحسب ما عبر به مجازيا - لعب الله النرد • وحينما يستخدم آينشتين مقولة متعلقة بالفيزياء فانها يكون لها ثقل هائل ، حتى ولو كانت مجازية • ورغم تصريحاته الكثيرة الا أننا لا نعلم على وجه اليقين ما كان يقصده بلفظ « الله » • ففى أعماله العلمية كان الله هو الفكرة أو المفهوم

(١٧) من الطريف أن تذكر رد بوهر على هذه المقولة : « ليس من واجبنا ان نخبرك كيف يدير العالم » - (المراجع) •

الحاكم ، وهو مفهوم غير واضح أو محدد ، فمنذا الذى يمكنه أن يضع تعريفا له سبحانه وتعالى ؟ • فهو رمز ليس فقط عن توق أينشتين وعشقه واعجابه ، وانما أيضا عن احساسه بالتواضع مع الكون ، وهو ما كان علامة مميزة لعبقريته ، وهى كلمة أخرى تستمضى على محاولات التعريف •

ولننظر الآن الى رد بوهر على جدل أينشتين سابق الذكر • وهو جدل سبب له قلقا عميقا ، فقد رأى أنه أدق مما كان يتصور ، ولم يستطع الرد عليه الا بعد جهد جهيد من التحليلات • كان عليه أن يتراجع شيئا ما ، بعدم اثارة نقد لعملية القياس • وكما سنذكر بتفاصيل أكثر لاحقا ، كان عليه أن ينظر للتجربة فى الحياة اليومية • وكانت وجهة نظره تقول : نفترض أننا ألزمتنا أنفسنا منذ البداية بقياس ، ولنقل ، الموضع ، عندها لا ندخل فى متاهة تغيير الرأى ، وعليه توضع التجربة بهدف قياس الموضع منذ البداية ، وليس السرعة • أما لو ألزمتنا أنفسنا بأن نقيس السرعة ، فانتا بذلك نكون بصدد تجربة مختلفة كلية ليس للموضع فيها أى اعتبار • على ذلك ، فان « ظاهرتين فيزيقيتين » مختلفتين بحسب منطق بوهر قد دخلتا فى المناقشة • والآن ، يقول بوهر ، فيما يتعلق بالظاهرة الفيزيقية – أو التجربة الكاملة – الفعلية ، لا يهم ما اذا كنا قد ألزمتنا أنفسنا منذ البداية باجرائها أو غيرنا رأينا حتى قررناها أو قررنا ذلك برمى قطعة الترد ، فالأمر المهم هو التجربة التى أجريت بالفعل وليس متى ولا كيف قررنا اجراءها • فالتجربتان متعلقتان بظاهرتين تستبعد كل منهما الأخرى ، وليس من سبيل لاجرائهما معا فى نفس الوقت • فليس من معنى فى مواجهة تجربة أجريناها بأخرى لم نقم

باجرائها • وليس فى ذلك أى شاهد على نقص فى ميكانيكا الكم •

وكان على آينشتين أن يقر بوجاهة منطق بوهر ، ناعثا بوهر بأنه أشبه بالشخص الذى لا يتزحزح عن موقفه مهما كانت الظروف ، ومثل هذا الشخص لا يمكن دائما رفض منطقته على أساس منطقية ، ونفس المنظور كان رفض آينشتين لتفسير كوبنهاجن لميكانيكا الكم ، ليس على أساس منطقى ولكن على أساس حدى كامن •

ولكن ، فيما عدا القليل من الاستثناءات ، لم يرفضه بقية العلماء عندما رأوه صامدا حيال النقد العميق • وكانوا تواقين لقبوله ، فكونهم مغمورين بالأضواء الباهرة لتطبيقات ميكانيكا الكم المثيرة المرتبة ، لم يكونوا على استعداد للتشويش على أساسها أو إثارة الشكوك حولها • ولم يكن بوهر وحده هو الذى تصدى للرد على ورقة آينشتين ، بل نهض لذلك بعض العلماء الأقل منزلة ، ولكن كما ذكر آينشتين بأمى ، كانت ردودهم شيئا آخر •

وقبل ذلك كان تفسير كوبنهاجن قد اكتسب وضعية النظرية المعصومة ، الى حد أن من يجرو على انتقاده يعرض نفسه للسخرية وفقدان السمعة الحسنة ، ولم يكن بلانك راضيا عن ذلك ، ورضخ له دى برولى بسرعة ، رغم أنه فعل ذلك بلا اقتناع وحاول التملص منه بعد ذلك • أما شرودنجر فقد عارضه بحرارة • لكن المعارضين كانوا قلة ، وكانت الغالبية من علماء الكم على اقتناع بتفسير كوبنهاجن ، وكانوا ينبغتون المعارضين بأنهم فى سبيلهم للانقراض البطيء ،

ظل الحال كذلك قرابة عشرين عاما ، وبعدها تعالت نبرات الشك . ورغم أن معظم العلماء مازالوا حتى الآن على اقتناع بذلك التفسير بشكل أو بآخر ، لكن لم يعد له الشهرة والشرعية اللتان كانتا من قبل . وليس معنى ذلك وجود اتفاق عام حول بديل ، لكن الخروج على شريعة مستقرة هو أمر أكبر من مجرد عدم ارتياح عارض .

وقلما يعترف بأن الوضع يتضمن مشاكل ، إلا أن ديراك ، على سبيل المثال ، كان مدركا وجودها . وهو لم يكن يتصور العودة لمبدأ القطيعة الكلاسيكي ، ولكنه حين رأى أن التطورات غامضة ، كتب عام ١٩٦٣ يقول : « قد يكون من المستحيل الحصول على صورة مرضية عن المرحلة الانتقالية الحالية » . فميكانيكا الكم بمنظور تفسير كوبنهاجن لها تداعيات تماثل تداعيات النسبية في مجافاتها للمنطق . واليك مثالا حيا اقترحه شرودنجر عام ١٩٥٣ : بمقتضى تفسير كوبنهاجن من المستحيل أن نثبأ بلحظة الانحلال الاشعاعي لنواة ذرة ما . ولكن ، أليس هذا منطقا معتادا ؟ ألم يستخدم أينشتين نفس المنطق في استنباطه المذهل عام ١٩١٦ لاشعاع الذرة للفوتونات ، اشعاعا لحظيا لا يمكن التنبؤ به . أليس هذا دليلا على وجود عمليات عشوائية ، كالنشاط الاشعاعي ، ليست متعلقة بلحظة يمكن توقع حدوثها ، تدل ، بحسب تعبير أينشتين ، على أن الله يرمى بالنرد ؟ طبقا لتفسير كوبنهاجن ، نعم ، وأما بالنسبة لأينشتين فلا . فعدم التوقع لدى أينشتين هو لقصور النظرية ، وهو أمر مؤقت ، الخطأ فيه فينا نحن وليس في الذرة . إلا أن تفسير كوبنهاجن يرفض ، من ناحية المبدأ ، توقع مثل هذه العمليات ، وأن كل ما هو ممكن تجاهها هو الاحتمالات .

وعلى ضوء ذلك، فلننظر الى المثل الذى ضربه شرودنجر:
تتصور أننا وضعنا قطرة فى غرفة مغلقة مع قارورة تحوى
سيانيد البوتاسيوم ، ثم نضع ذرة فى كشاف بحيث اذا
ما تحللت الذرة اشعاعيا ، يؤدى ذلك لقذح زناد جهاز بكسر
القارورة ، ويقتل القطرة . ولنفرض أن احتمال الاشعاع
هو ٥٠٪ فى الساعة . فى نهاية ساعة من بدء التجربة ، هل
تكون القطرة حية أم ميتة ؟

المفترض أن تكون فى حالة من الحالتين ، أو على الأقل
هذا ما نعتقد . لكن وفقا لتفسير كوبنهاجن لرياضيات
ميكانيكا الكم ستكون القطرة فى حالة متارجعة . بين الحياة
والموت بنسبة ٥٠٪ . ومن الطبيعى أن نحاول التأكد من
الحالة بالنظر داخل الغرفة ، ويخبرنا المنطق البسيط أن
عملية الاستطلاع ليست لها صلة بالنتيجة ، فهى لن تقتل القطرة
ان كانت حية ، أو تعيدها للحياة لو كانت ميتة ، ولكن تفسير
كوبنهاجن يرى عكس ذلك ، ان عملية الاستطلاع تؤثر على
الوصف الرياضى للحالة المراد استطلاعها ، فهى التى ستحول
القطرة من الوضع المتأرجع الى الوضع المحدد ، سواء أكان
الحياة المؤكدة أم الموت المؤكد ، أيا كانت الحالة .

لنفرض أننا قبلنا بأن المنطق الرياضى يعطى وصفا
كاملا للصور المتعلقة بالموقف الفيزيائى ، فان حقيقة أن
مجره النظر للقطرة سيكون له هذا الأثر الجوهرى على التغير
فى الوصف الرياضى لحالتها وبالتالي على الموقف الفيزيائى ،
أمر من الصعب قبوله بكل تأكيد . وقد حاول بوهر تلافى
وجه الاشكال فى ميكانيكا الكم ، بالاصرار بأن علينا النظر
للمظاهرة الطبيعية كوحدة واحدة متكاملة تبدأ وتنتهى فى

العالم اللاكمى للحياة اليومية المألوفة ، والذي ينتهى باستطلاع حالة القطلة اما حية أو ميتة قطعيا . فليس لنا أن نتوقف وسط العملية ، حيث تسود الظروف الكمية ، ونتوقع أن نحكم قبل أن تكتمل ، بمفاهيم الحياة اليومية .

هذا المبدأ الدقيق غير قابل للاختراق ، بشروطه هو . فهو يحرمنا أن نتوقف فى مرحلة بين البدء اللاكمى والنهاية اللاكمية للظاهرة يرمتها . واذا ما شاركنا أينشتين فى الاعتراض ، واعتبرنا أن نظرية الكم تعطينا صورة غير كاملة عن الحقيقة الفيزيقية ، يمكننا النظر الى هذا الاشكال كأمر وقتى ، حتى ولو لم يكن بإمكاننا وضع نظرية أفضل . وقد اعترف أينشتين طواعية بانجازات النظرية الكمية غير العادية ، وفى « ملاحظاته عن السيرة الذاتية » ، وكان ينتقى كلماته بعناية ، تحدث عنها كما لو كانت « أنجح النظريات الفيزيائية فى عصرنا » . ولكنه لم يقرن ذلك النجاح بالقبول . فقد ظل على شكه فيها بسبب طبيعتها الاحتمالية ، وعلى رفضه لمنطقها فى عدم اليقين . وفى رده على نقاده فى نفس الكتاب يلخص وجهة نظره بشكل قد يجده المرء مقنعا أو غير مقنع حسبما يرى . أما لمن تكون الغلبة ، أينشتين أو بوهر فمازال الوقت مبكرا للتخمين . هل تثبت هواجس أينشتين الحدسية على المدى الطويل أنها مبنية على أسس متينة بصورة غير متوقعة ؟ هذا ما يخبئه القدر .

وقد كان القرار الفورى الى حد كبير فى غير صالح أينشتين . فقد وسع من مفاهيم بلانك فى الكم عندما أحجم عن ذلك الكثيرون . وكانت أفكاره الرائدة عن الكم أيضا هى الحاسمة فى القبول المبدئى العام لتلك المفاهيم . وقد

رحب أيضا بالمفاهيم الثورية لدى برولي التي ألهمت شروودنجر . وكان الرائد في كل تجديد علمي عندما كان المستقبل في طي المجهول . ولكنه الآن قد أصبح في نظر قطاعات واسعة من علماء الكم كأحد المحافظين الذين تخطتهم الحداثة ، أحد الذين يصارعون هباء جبال الثورة العلمية التي لا فكاك منها على ذات أساسيات المعظم .

إن موقف علماء الكم هؤلاء غير مفهوم ، فقد استوعبت ميكانيكا الكم الجديدة كل المستحدثات الكمية الجريئة التي أدخلها أينشتين ، وبتطور هذه النظرية أصبح دوره فيها مقصورا على النقد فقط . وكان من السهل على المتحمسين أن يأخذوا انتقاداته ضده ، ونسيان أهميتها في بلورة تفسير كوبنهاجن . لقد وضعت النظرية النسبية العامة أينشتين في مستوى نيوتن السامي ، ولكنها بعكس النظرية النسبية الخاصة لم تعط دهما لعلماء الفيزياء ، وكانت تطبيقاتها المحدودة للفكر وليس للمختبر . وكلما أغرق نفسه في تلك النظرية وتسمياتها ، أخذته بعيدا عن المشاغل الوقتية الحالية لعلماء الذرة . كما أدت مصادره لأوروبا والمعزلة النسبية التي تممدها إلى انخزاله عن التيار العام للفيزياء ، ورغم أن تأثيره بين علماء الفيزياء قد تضاعف ، إلا أنه ظل الرمز الأسامي وقمة العلم بين العامة .

وفي ذات الوقت في أوروبا كانت الأحداث ، علمية وسياسية ، تتحرك باتجاه اللحظات العاصفة . وفي عام ١٩١٩ اكتشف رذرفورد أن التصادم بين نويات الهيليوم والنيوترون يسبب في تحويلها إلى نويات من الهيدروجين والأكسوجين ، ومرت هذه الظاهرة دون انتباه ، فقد كان

الاهتمام منصبا على أحداث أجسم ، كاثبات ايدنجتون من خلال كسوف الشمس صحة النظرية النسبية العامة .

وبمزور السنوات تضخم اكتشاف رذرفورد ، ووجد أن المزيد من النويات المتتقد بثباتها قابلة للتحويل . وفى عام ١٩٣٢م فى مختبر كافنديش فى كامبردج ، أدت التحولات النووية لبعض الذرات الى تأكيد قاطع لمعادلة آينشتين عن علاقة الطاقة بالكتلة وسرعة الضوء ، أى بعد خمس وعشرين سنة من اعلان آينشتين لها . وفى العام التالى كان التوصل لمزيد من التأكيد القاطع ، مع تحول الذرة كليا هذه المرة ، وليس جزئيا ، الى طاقة (١٨) .

لم يعد من شك فى صدق حدس آينشتين ، من أن الكتلة هى وعاء هائل للطاقة . نحن لا نحصل على قدر كبير من الطاقة بحرق أوقية من الفحم ، بل ولا نستطيع حرق أوقية من الرمل ، ولكن أية أوقية من الفحم أو الرمل أو أية مادة أخرى تحتوى جوفيا على كم من الطاقة تسبب حرق أطنان من الفحم ، تقدر بعدة آلاف فى الواقع . هل يمكن استغلال هذا القدر من الطاقة لأغراض عملية ؟ - من الملفت للنظر أن كلا من رذرفورد وآينشتين أجابا بالنفى ، كان استخلاص الطاقة من الكتلة النووية بلا طائل على الاطلاق ، فما يتطلب من الطاقة لاستخراجها أكبر مما يستغل .

(١٨) هذا التعبير الدارج يمكن أن يؤدي لخطأ الفهم . فحين « تتحول الكتلة الى طاقة » يتخلف قدر من الكتلة يقدر ما كان موجودا من قبل ، فى اليتم كانت الكتلة فى حالة سكون ، ثم تحرر جزء منها الى كتلة فى صورة طاقة حركة أو إشعاع . وقد كانت اكتشافات ١٩٣٢ ذات مغزى هام ، فقد أكدت ، وإن كان كحالة خاصة ، ليس صدق مقولة آينشتين عام ١٩٠٥ بأن للطاقة كتلة ، بل مقولته الأشد جسارة عام ١٩٠٧ بأن الكتلة بأكملها تعادل الطاقة .

ولكن في عام ١٩٣٢ ، وهو نفس العام الذى شهد أول التأكيدات الموفقة لمعادلة الطاقة لأينشتين ، أدت دراسة التحولات النووية فى ألمانيا وفرنسا الى اكتشاف النيوترون على يد جيمس شادويك James Chadwick فى مختبر كافنديش ، وهو جسيم محايد كهربيا له نفس كتلة نواة الهيدروجين . وباكتشاف النيوترون تغير الموقف جذريا ، وباستثناء شخص واحد ، لم ينتبه لذلك أحد . وكان ذلك الاستثناء متمثلا فى تلميذ أينشتين السابق زيلارد Szilard ، وهو لاجئ فى إنجلترا . فقد تنبأ بصقاء ذهن ملحوظ بما سيبلجه اكتشاف النيوترون . وقد وقعت هذه الأحداث فى ١٩٣٢ و ١٩٣٣ مع وصول هتلر للسلطة ، وفرار العلماء من ألمانيا . ولم يكن شروذنجر يهوديا ، ولكنه ترك كرسي الأستاذية فى برلين واستقر فى دبلن ، كما غادر بورن جوتنجن ليصبح أستاذا فى أدنبرة ، ونفذ رصيد ألمانيا من العقول المفكرة .

وفى إيطاليا الفاشية عام ١٩٣٤ قاد اينريكو فيرمى Enrico Fermi من جامعة روما فريقا من الباحثين المتخصصين فى قذف النواة الذرية بالنيوترونات ، ولأنها محايدة فقد كان يمكن أن تقترب من النواة بدون مواجهة قوة طاردة ، وكن من شأن هذه النتائج التى لا تمنينا تفاصيلها أن منح فيرمى جائزة نوبل . وما يعنينا فى قصتنا هو امطاره لأثقل نويات معروفة ، وهو نواة اليورانيوم ، وقد توصل نتيجة لذلك لخلق عنصر لم يكن معروفا من قبل ، وهو ما يسمى الآن نبتونيوم ، ولكنه لم يكن متأكدا .

وما لم يعرفه هو أنه توصل الى شيء أكثر أهمية بكثير ، لقد تسبب فى انشطار ذرة اليورانيوم ، وهى حقيقة كانت

غير قابلة للشك ، قنبلة موقوتة مميتة تنتظر موعدها في جو من التوتر السياسي المتصاعد . كانت ألمانيا منطلقة ، وحولها الحكومات الديمقراطية تقف في شلل ظاهر . وفي مارس ١٩٣٦ قام النازيون الذين لم يكونوا مستعدين بعد للحرب بإعادة احتلال حوض الراين بخديعة ماهرة ، ولم يقابلوا أية مقاومة . وفي نفس العام قدم بوهر نظريته عن نواة الذرة ، وبين فيها أن لها العديد من خواص قطرات السوائل . وفي ذات الموقف في برلين ، وفي معهد القيصر ، ويلهلم ، نفس المعهد الذي كان أينشتاين مرتبطا به ، قام الكيميائيون: أوتو هان Otto Hahn وفريتز شتراسمان Fritz Strassmann والنمساوية ليز مايتنر Lise Meitner جميعا على إعادة تجارب فيرمي في قذف نواة اليورانيوم بالنيوترون ، والتأكد من كونه قد توصل الى عنصر جديد .

وفي مارس من عام ١٩٣٨ كانت أوروبا ترتجف بينما النازي يستولى على النمسا تحت التهديد العسكري . وبلا حلقة واحدة ، وأصبحت ليز مايتنر في خطر داهم ، لكونها يهودية . لم يكن يرحمها من القوانين الصارمة الا كونها أجنبية . والآن ، وبمد أن أصبحت بلادها جزءا من ألمانيا لم تعد كذلك ، ومن ثم تعين عليها القرار ، وبمعمونة بوهر أوجد لها مأوى في معهد نوبل بالسويد ، وهناك أصبحت في مأمن .

وفي سبتمبر ١٩٣٨ وقعت اتفاقية ميونخ ، محاولة عبثية تافهة لاقرار السلام ، وفي محاولة لتفادي الحرب مع هتلر بأى ثمن ، وربما لدفعه لمحاربة روسيا . خانت الديمقراطية المرتبكة تشيكوسلوفاكيا وسلمتها عمليا

للدكتاتوريين • وعلا صوت تشرشل في إنجلترا معترضا •
ولكن لم تكن له أية سلطة •

وفي نفس الشهر قام موسيليني مقلدا هتلر بفرض
قوانين معادية للسامية ، ولم تكن في بلاده حتى الآن أية
تصلحيات لاسامية • أما في رمي المدرك لخطورة الشمولية فقد
بدأ يخطط للهروب في هدوء ، حيث كانت زوجته يهودية •

وفي نوفمبر عام ١٩٣٨ ، وفي أعقاب أسبوع من العنف
والرعب المنظم ، بدأ النازيون حريهم ضد اليهود ، وفي
ديسمبر سافر فيرمي مع عائلته لاستلام جائزة نوبل في
السويد ، ومنها سافر إلى الولايات المتحدة حيث ينتظره منصب
الأستاذية في جامعة كولومبيا • وقبل عام من بداية الحرب
الثانية بدأت أسرار القنبلة تتكشف ، وقبل كريسماس عام
١٩٣٨ بقليل أتم كل من هان وشتراسمان بحثا فنيا بينا
فيه أن قذف نواة اليورانيوم بالنيوترونات البطيئة نسبيا
ينتج نواة من الباريوم تبلغ كتلتها نصف نواة اليورانيوم ،
لقد انشطرت نواة اليورانيوم بالفعل !! وهو ما كان مستحيلا
فيزيائيا • وأرسل هان المشدود التفاصيل إلى لين التي ناقشت
المسألة مع ابن أختها أوتو فريش Otto Frisch المهاجر أيضا
هربا من النازي ، وباستخدام فكرة بوهر عن خواص النواة
كقطرات سائل أمكنهما حل المسألة في بضعة أيام ، فبسبب
قوة التناثر العنيفة داخل النواة يمكن أن تكون على شفا عدم
الاتزان ، فما أن تقذف نيوترون واحد حتى تنشط إلى
قطرتين ، أو نواتين أصغر • ولكن انتظر ، بسبب التناثر
بيتهما سوف يتباعدان بمنف ، فمن أين تأتي هذه الطاقة
العظيمة ؟ من معادلة آينشتاين $E=mc^2$ ، ولقد أصبحت

الصورة واضحة ، فكتلة النواتين المتخلفتين عن الانشطار أقل من كتلة النواة الأصلية ، والفرق هو مقدار الطاقة المحررة . ولم يكن من المتصور أن تطلق عملية الانشطار هذا الكم من الطاقة .

وبدأت الأحداث تتحرك بسرعة ، ففى كوبنهاجن تمكن فريش من إجراء التجربة الحاسمة بنجاح ، وأكد وجود تلك الدفقات المتوقعة من الطاقة ، ولكنه سارع قبلها بإخبار بوهر عن الفكرة ، وقد كان يستعد للسفر لأمريكا للعمل بمعهد الدراسات المتقدمة ، فنقلها الى هناك ، وفى يناير ١٩٣٩ كان انشطار اليورانيوم مؤكدا ، وكان فيرمي من أوائل من أدركوا أنه يحتمل أن يكون من بين بقايا الانشطار المزيد من جسيمات النيوترون ، وإذا ما كان الأمر كذلك ، فإن هذه الجسيمات يمكن أن تؤدي الى المزيد من الانشطار ، وأن تتحول العملية الى ما يسمى الانشطار المتسلسل ، منتجا كمبا هائلا من الطاقة .

وبنهاية مارس ١٩٣٩ ، وبينما تشيكوسلوفاكيا تحت وطأة الاحتلال وبولندا مهددة ، قرر الفرنسيون والبريطانيون الوقوف بحزم ، وأعلنوا أنه اذا ما تعرضت بولندا للهجوم على أيدي الألمان فانهم سيهبون لمساعدتها ، وهو حزم جاء متأخرا لم يمنع وقوع الكارثة . وفى نفس الوقت تقدم زيلارد وزملاؤه فى جامعة كولومبيا خطوة للامام فى طريق القنبلة الذرية بتأكيدهم تولد النيوترونات بالفعل خلال الانشطار النووى .

حتى الآن لا يمكن لأحد القول بإمكان تحقيق القنبلة الذرية ، كانت الاحتمالات فى غير صالحها . ولكن القلق كان

صائدا بين العلماء الأجانب في الولايات المتحدة والكثير منهم من أتقارين من النظم الشمولية ، فهم خير من يعلمون مصير البشرية لو كسبت هذه الدكتاتوريات سباق صناعة القنبلة . وعلى الرغم من أن الأمر كان لا يقل خطورة إذا ما فازت الديمقراطية في السباق ، فإنه كان لا بد من المجازفة . ففي أبريل حاول قيرمي أن يثير اهتمام البحرية الأمريكية ، ولكنه حصل على شيء قريب من عدم الاهتمام المذهب .

وبتصاعد هذه المشاعر من الخشية ، لجأ زيلارد إلى طلب الدعم من صديقه المجرى المولد يوجين ويجنر *Eugene Wigner* وذهبا معا في منتصف يوليو لمقابلة آينشتاين الذي كان يقضي أجازة في لونج آيلاند في منطقة تاسو المنعزلة قرب نيويورك مستمتعا برياضة الزوارق ، ولا يبدو أنه كان على علم بالتفاعل المتسلسل واحتمالاته الرهيبة . وقد يبدو غريبا أن نتوقف وسط هذه الأحداث الدرامية ونقول إن آينشتاين كان يستمتع بلعب الكمان ، ولكن هذا الاستمتاع بالموسيقى كان تفاعلا متسلسلا في حد ذاته ، ذلك أنه قد وطئ الصداقة بينه وبين الملكة اليزابيث ملكة بلجيكا ، ثم الآن مع الملكة الأم . منذ الذي كان يمكنه توقع ما تتمخض عنه تلك الجلسات الموسيقية في القصر الملكي ؟ وأنه سيكون لها يوما ما علاقة بالكونجو البلجيكي ، المصدر الرئيسي لليورانيوم الخام في العالم ؟ عندما جاء زيلاند ورفيقه لمقابلة آينشتاين كان مقصدهم الأساسي حثه على استخدام نفوذه لدى الملكة الأم لضمان عدم وقوع اليورانيوم بين أيدي النازي ، ولكن الأحداث اتخذت متحى آخر بسرعة ، بسبب جهد زيلارد الذي لا يكل ، واتصاله بأحد الاقتصاديين من ذوي النفوذ ، ألكسندر ساكس *Alexander Sachs* والذي اقترح اقتراحا أكثر

طموحا ، وهو الكتابة للرئيس روزفلت شخصيا . وتم اعداد كتاب وقع عليه آينشتاين اخذ شهرة بعد ذلك ، مؤرخ الثاني من أغسطس عام ١٩٣٩ م يحمل بريد مخطقة ناسلو المسألة ، جاء فيه :

« تفيد بعض أعمال فيرمي وزيلارد التي تسلمت نسخة منها امكان تحويل اليورانيوم الى مصدر هام للطاقة ، وذلك في المستقبل القريب جدا . بعض جوانب الموقف تدعو للترقب ، وعند الحاجة للعمل السريع من جهة حكومتكم . لهذا فانتى اعتقد أنه من واجبى أن ألفت نظركم لما يلى : من المتصور انتاج قنابل قوية بشكل خارق ومن طراز جديد ، لو انفجرت فى ميناء أمكن أن تفجرها تماما هى وبعض المناطق المجاورة . ولقد علمت أن ألمانيا قد أوقفت بيع اليورانيوم من مناجم تشيكوسلوفاكيا التى استولت عليها ، وان قيامها بهذه الخطوة مبكرا يجب أن يفهم فى ضوء ما يحدث فى معهد القيصر ويلهلم ، حيث تجرى بعض التجارب على اليورانيوم شبيهة بما يجرى فى الولايات المتحدة » .

ولم يكن من المتوقع أن يوقع آينشتاين على خطاب كهذا لولا أنه طور من ميوله السلمية ، ليعتبر مواجهة الشيطان أكثر أهمية من نبد الحرب . وكان من المتوقع أن يكون لهذا الخطاب تأثير هائل ، ولكن هذا الأمر قد تم التعتيم عليه .

كانت ألمانيا النازية وروسيا الشيوعية تتبادلان حملات الكراهية ، وفى أواخر أغسطس من عام ١٩٣٩ م وقعت الدولتان اللودوتان معاهدة عدم اعتداء ، وفى سبتمبر هاجمت ألمانيا بولندا وبدأت وقائع الحرب العالمية الثانية عمليا بعد أن ظلت سحبها مخيمة لزم من طويل .

لم تكن رسالة الثاني من أغسطس قد بلغت روزفلت بعد ، فلم يتسلمها الا في الحادي عشر من أكتوبر ، أخذ بعد ثلاثة أسابيع من استيلاء النازي على بولندا - حقيقة تشكل روزفلت على الفور لجنة استشارية حول اليورانيوم ، كانت بدايتها مشجعة ، ولكن مع حلول مارس ١٩٣٩م لم تكن اللجنة قد حققت شيئا يذكر ، الأمر الذي دفع الى كتابة خطاب ثان أكثر إلحاحا بلغ روزفلت بسرعة بمعاونة ساخس . وفي أبريل دعى أينشتاين لحضور اجتماع موسع للجنة ، ولكنه كتب معتذرا ومنبها لحرص الموقف .

وفي مايو اكتسح النازي كلا من هولندا وبلجيكا ، وفي ٢٢ يونيو استسلمت فرنسا . وفي المعركة الجوية مع بريطانيا مال الميزان بشكل طفيف في صالح الأخيرة ، مما أوقف التوسع النازي . بعد ذلك اتجهت ألمانيا شرقا ، ففي ٢٢ من يونيو هاجمت روسيا رغم المعاهدة الموقعة بينهما . وظل موضوع اليورانيوم متعثرا .

نعود الى فبراير ١٩٣٩م ، أثناء عمل بوهر مع الفيزيائي جون هويلر John Wheeler في برنستون ، تنبأ بأنه ليس كل صور اليورانيوم قابلة لانتاج التفاعل المتسلسل ، ولكن نوع نادر منه . وقد تأكدت بعد ذلك ، ولكنها كانت وقتها محل شك . وكانت النبوءة تعني شيئين : أنه يمكن بالفعل صناعة قنبلة من هذا النوع ، وأن ذلك يتطلب مجعما صناعيا هائلا لاستخراج هذا النوع من اليورانيوم .

وفي إنجلترا في بدايات ١٩٤٠م ، قام كل من فريش ابن أخت مايتس الذي سبق ذكره مع رودلف بيرلس Rodolph Peierls بلفت نظر البريطانيين للموقف ، وبينت الأبحاث أن الكمية

المطلوبة. لانتعاج القنبلة جسد ضئيلة ، وغير ذلك من موقف
البيطانيين المتشكك . وأدى ذلك الى تأخير ملحوظ على قرار
الحكومة الأمريكية ، وعلى ذلك فانه من المتوقع أنه حتى ولو لم
يكن أينشتاين قد كتب خطايبه ، لكانت القنبلة قد تم صنعها
فى الزمن الذى تمت فيه . ذلك أن قرار صنعها صدر فى
٦ ديسمبر من عام ١٩٤١ م .

وفى الصباح الباكر من اليوم التالى فى الشرق الأقصى ،
قام اليابانيون بهاجمة يزل هاربور .

وبقية قصة الحرب شائعة لا تحتاج لاعادة ، وبينما
الجيش تقاتل ، والملايين من النساء والشيوخ والأطفال
يقتلون ، والآلاف من يهود وغير يهود يمدبون ويعدمون فى
معسكرات الاعتقال ، كان الخوف سائدا لدى العلماء المهاجرين
خشية احتكار النازيين للقنبلة ، فاتحدت كافة الجهود لكى
تكسب الولايات المتحدة السباق . وفى الثانى من ديسمبر
عام ١٩٤٢ م تمكن فيرمى فى شيكاغو من تحقيق أول تفاعل
متسلسل مستقر ، أول تيران ذرية يصنعها البشر . وفى عام
١٩٤٣ م تحتم على بوهر الفرار من الدانيمارك بعد صدور
قرار باعتقاله وترحيله الى ألمانيا ، وهو نفس مصير أينشتاين
لو ظل هناك ، وبعد رحلة مغامرات تمكن من الوصول الى
انجلترا ، ومنها توجه الى الولايات المتحدة ، وأمضى وقتا
طويلا فى لوس ألاموس ، حيث كان ج . روبرت أوبنهايمر
J. Robert Oppenheimer على رأس فريق عمل يتولى العملية
المعقدة لصناعة القنبلة .

كان بوهر من أوائل من كان لهم بعد نظر حول النتائج
المروعة لصناعة القنبلة ، وفى عام ١٩٤٤ م تحدث مع روزفلت

وتشرشل عن المشاكل السياسية المحتملة لها ، لكن نتيجة ذلك لم تكن حسنة بالمرة ، فخلال فترة ما ظن تشرشل مخطئا أن بوهر يمرر بعض المعلومات للزوف ، ولذلك تحدث جديا في أمر القبض عليه . وكان زيلارد هو الآخر قد تنبه للمخاطر على الجنس البشرى من جراء ذلك ، ولأنه لم يكن بثقل بوهر فقد أمر بذلك لاينشتين ، وفي مارس من عام ١٩٤٥م كتب الأخير للرئيس روزفلت خطابا يقدم فيه زيلارد له ، ومسلحا بمثل هذا الخطاب كان بإمكان زيلارد أن يقدم مذكرة مفصلة للرئيس .

وكان هذا بالفعل ، ولكن لم يقدمه ، فقد توفي روزفلت في ١٢ أبريل ، ولو امتد به العمر أياما قلائل لشهد انتحار هتلر الذى تحول حلمه حول حكم العالم الى ذرات من رماد .

وبعد انهيار المانيا اتضح أن النازيين لم يحققوا شيئا يذكر فى صناعة القنبلة الذرية ، ولكن الخطط فى الولايات المتحدة كانت قد حققت تقدما هائلا لا يمكن أن توقفه مثل هذه الأنباء ، وتم اختبار القنبلة فى ١٦ يوليو عام ١٩٤٥م فى منطقة منعزلة من نيومكسيكو ، حيث خلفت أول السحب من الدخان التى تشبه عش الغراب ، والتى ألفت بظلالها الكئيبة على مستقبل البشرية .

تكلما فيما سبق عن خطابات آينشتين بخصوص امكانية تصنيع القنبلة ، وخلال الحرب عمل كمستشار للبحرية الأمريكية ، كذلك فى نوفمبر عام ١٩٤٣م ، عندما طلب منه أن يماون فى حملة للتبرع للدعم الحربى باهداء مخطوطتين من بحثين له وافق على الفور . احدى المخطوطتين كانت بحثه

الشهين عن التسمية والمكتوبة في يرن عام ١٩٠٥ م ، لكن في تلك الأيام البعيدة لم يكن الرجل مهتما بالاحتفاظ بمسودات أعماله ، لذلك قدم أفضل ما يمكنه عمله ، فقد أعاد كتابة المقال بخط يده ، بعدما أمطه عليه سكرتيرة من النسخة المطبوعة ، وكان الموقف طريفا ، السكرتيرة تملأ وأينشتين يكتب . وفي لحظة ما توقف ونظر يدهشة قائلا : « هل قلت أنا ذلك ؟ » وعندما أكدت له أن هذا حق رد ببساطة : « كان بإمكانى أن أقوله بشكل أبسط » . ولا نعلم للأسف عن أى جزم كان يتحدث . وعندما عرضت الورقة المكتوبة للمزاد فى ٣ فبراير عام ١٩٤٤ م بمدينة كانساس جلبت حوالى ٦ ملايين دولار للجهود الحربى . أما الورقة الثانية فقد جلبت ٥ ملايين دولار . وتستقر الورقتان الآن فى مكتبة الكونجرس . أما منطوقه للتسمية المعاصرة فهى محفوظة فى مكتبة الجامعة العبرية بالقدس .

ولكننا نغفل مالا يمكن إغفاله ، لقد أقيمت القنبلة بالفعل على هيروشىما فى ٦ أغسطس عام ١٩٤٥ م .

وقد استمعت السكرتيرة للأنباء فى الاذاعة ، وعندما نزل أينشتين لتناول الشاي بعد الظهر أخبرته بذلك ، فصرخ من أعماقه « آواه ! » .

الفصل العاشر عشر

استعراض أوجيب

نرجع من الحرب الثانية الى الحرب الأولى . ففى عام ١٩١٧م وفيما قبل بعثة الكسوف ، طبق آينشتين نظريته النسبية العامة على الكون ككل . ولم يطبقها فى الواقع على الكون ككل بما فيه من خفايا وتفاصيل ، ولا على ما للبشر فيه من أحلام وأحباطات ، ولا على ما فيه من مروج وقفار ، ولا على الأرض أو الشمس اللتين تمثلان أهم اهتماماتنا أو ما فى السماء من نجوم ، بل على نموذج بسيط مجرد من كل ما سبق .

ومنذ البداية كان يقصد آينشتين أن يمد نطاق نظريته على الكون ، ولكنه فى البداية طبقها على النظام الشمسى . وعندما حاول تطبيقها على الفضاء اللانهائى واجه مشاكل غير متوقعة . ورغم محاولات فلم يتمكن من تطبيقها على المساحات اللانهائية ، حقيقة كان يمكن أن يضع صياغة رياضية ، ولكنه كفىزيقى فقد كان الاكتفاء بالنموذج الرياضية نوعا من الإفلاس . وكان تجنبه لذلك أمرا ليس سهلا المقال . وعندما قلم بتمثيلها عام ١٩١٧م فى بحثه الذى افتتح به موضوع «علم الكون النسبى» ، تحدث عن «طريق

وعر شديد الالتواء » ، يتعين عليه أن يسلكه للوصول الى
حل حاسم .

ولكى يؤهل مستمعيه ، فقد بدأ بمناقشة الصعوبات
المعروفة في نظرية نيوتن عندما يعتبر المرء أن النجوم موزعة
بشكل متجانس تقريبا في الفضاء اللانهائي . ويمكن للانسان
أن يتفادى هذه المصاعب بأن يتخيل أن هذه النجوم تشكل
نوعا من الجزر المنتشرة في الفضاء اللامتناهى ، تزداد تشتتا
كلما توغلنا في الفضاء السحيق مبتعدين عن الكوكبة
المركزية . ولكن هذا الحل « الجزرى » لم يرق لآينشتين ،
وقد سجل عليه حججا بسيطة ولكنها نفاذة . فعلى سبيل المثال:
لو نظر للنجوم على مستوى هائل باعتبارها ذرات من غاز ، فلن
يكون لها طبقا لنظرية الغازات أى وجود ، إذ لن يمكن لها
أن تحتفظ بالمادة . ومن جهة أخرى فلو احتفظت بها
فستكون عرضة لعملية مشابهة لعملية البخر ، فتتلاشى في
الفضاء الرحب .

وكانت هذه الحجج أكثر من جدل في نطاق نيوتونى ،
فقد طبقها وغيرها بمفهوم من النسبية العامة من خلال اقتحامه
لمشكلة الكونية النسبية على نطاق واسع . ولا داعى للخوض
فى التفاصيل ، فقد تبع آينشتين « ماخ » فى القول بأن الجسم
يكتسب القصور الذاتى فقط بسبب وجود المواد الأخرى فى
الكون . وقد تحدث عن ذلك باعتباره قصورا نسبيا . وكان
مدخله للموضوع مبنيا أساسا على ذلك ، وعلى حقيقة مبنية
على المشاهدة ، وهى أن السرعة النسبية بين النجوم من الصفر
بحيث يمكن اعتبار الكون ساكنا بصفة أساسية . وهو
ما حدد من امكاناته ، وبعد صراع مرير وجد آينشتين نفسه

مجبرا على التوصل الى أن المسافات اللانهائية تسبب مشاكل
لا حصر لها • فما العمل ؟

ببساطة ، استبعد آينشتين المسافات اللانهائية •

ولكن الواقع لم يكن بهذه البساطة ، كان علاجاً يائساً ،
حلا آخر بعد أن فشلت كل الحلول الأخرى • وكان عليه
أجراء تعديل في معادلات المجال التجاذبي لتحقيق هدفه ،
مضحيا بجمال التناسق بين تلك المعادلات • وكان التعديل
على هيئة معامل أدخله يسمى حرف « لامدا » الاغريقي •

حسنا ، ولكن كيف تخلص آينشتين من المسافات
اللانهائية ؟ هنا وفر له متخصصو الهندسة الوسائل اللازمة •
وفي نموذج الجديد للكون تصور أن الفراغ فيه بأبعاده
الثلاثة كامتداد لا نهائي بلا حدود • ويمكن أن نرى جوهره
لو تصورنا فراغا ذا بعدين لا ثلاثة • ولنبدأ باعتبار سطح
مستو ممتد بلا نهاية ، وللتخلص من هذه اللانهائية يمكننا
تحديد دائرة تضم منطقة من هذا السطح ، واعتبار ما عداها
خارج حدودنا • ويمكننا أن نقصها ، تاركين حواف في
السطح الأصلي • على النقيض من ذلك ، فلنأخذ سطح الكرة ،
وهو محدود ولا يمتد بأبعاد لا نهائية ، ولكن ليس له حواف
على سطحها ولا مناطق خارج الحدود • وبالفعل فكل المناطق
عليه متماثلة ولا علاقة لها بالمركز •

لا علاقة لها بالمركز ؟ بالتأكيد هذا غير صحيح بالمرة •

ولكن الأمر ليس كذلك ، بالفعل للكرة مركز ، ولكنه
ليس على السطح ، لا تنس أننا بفرض القدرة على التصور

نفكر في المسألة بعدلول بعددين فقط وليس ثلاثة ، ونمضي بهذا لتصور ليس الفراغ فقط ، بل والنجوم وأنفسنا على أننا نشغل مسطحا ذا بعددين على سطح تلك الكرة . السطح هو كل الفراغ الموجود ، أما ما خارجه أو داخله ففعلينا أن نعتبره غير موجود . وهو أمر ليس بالهين بالمرة .

ورغم ذلك لنفترض أننا فعلناه . وعطيه فقد نجحنا في تصور فراغ ثلاثي الأبعاد ، وهو سطح الكرة ، ذي أبعاد محدودة وليس له حدود ولا مركز ولا مناطق بخارج الحدود . وعطينا ألا نهرق أنفسنا بالخطوة التالية وهي القفز للأبعاد الثلاثة ، فمثل علماء الهندسة البحتة ، تعامل أينشتين مع المشكلة بالنمذجة الرياضية الصرفة . فقد استخدم فراغا كونيا ثلاثي الأبعاد بلا مركز أو حدود وإن كان محدد الأبعاد ، وأضاف إليه بعدا رابعا غير متحن وبأبعاد محددة ، هو الزمن .

وهكذا عن طريق الغاء المسافات المفضائية اللانهاية تمكن أينشتين بيراعة أن يحل مشاكله الكونية الملحة ، ولكنه خلال ذلك أدخل مشاكل جديدة ، فقد بسط من كونه اذ نظر اليه ككل ليكون مؤسسا على سيكون مطلق ، وزمن مطلق ، وتزامنية مطلقة . ذلك لأنه بناء على تقرير بمقتضاه تكون النجوم في حالة ثبات فيما بينها ، ويمكنها بالتالي أن تلعب الدور المنبؤ سابقا كإطار مرجعي كوني في حالة سيكون ، وأن التزامن في هذا المرجع يكون مطلقا .

إنها لمفاجأة بلا شك ، أن نجد أينشتين بالذات يمود للحديث عن الثبات المطلق والزمن المطلق بهذا الشكل ، فهو لحل مشاكله الكونية بدأ وكأنه قد ضرب صفحا عن هيكله

السابق تماما . ولكنه كان واعيا لما يفعل ، فلم يكن الأمر أخطر من انتقاله السابق من النظرية النسبية الخاصة الى العامة حينما تخلى عن ثبات سرعة الضوء . وفي التطبيقات غير الكونية ظلت أعماله السابقة راسخة تماما ، أما فيما يتعلق بالتعامل مع الكون ككل ، فالشئ هو أن يتعامل مع ثبات وزمن مطلقيين .

ولكن لماذا يتعين عليه ذلك ؟ لأن لدينا كونا واحدا . والقواعد حينها تطبق على حالة فردية تكون حالة خاصة ، وما يعطيها صفة العمومية هو أن تطبق على مواقف متعددة . ونحن حين نتجراً ونتحدث عن الكون ككل ، فأين يمكننا أن نجد صورا متعددة من الزمكان ؟

ليس في النجوم ، ولكن في أنفسنا نحن . لقد اتضح أن هناك العديد من النماذج الكونية ، تفي بأغراض التدقيق الجنائي . ولم يكن آينشتاين يدرى ذلك ، ولا يدرى أيضا كيف أن النجوم ضللت كما فعلت مع الكثيرين غيره . فما كان يعتبره حقيقة مبنية على المشاهدات ثبت أنها ليست إلا خداعا . وليس لنا أن نقلل من شأن بحث عام ١٩١٧م ، حيث أنه سيتضح لنا أنه كان مميبا . فقط كان خطوة جسارة بلا شك ، إذ فتح آفاقا لطريق جديد أثمر الكثير من الآراء ، لعله من المفيد أن نبين أطرها العامة هنا .

لم يكد آينشتاين يتخذ خطوته الرائدة عام ١٩١٧م حتى قام « دي سيتير de Sitter » في هولندا المعاصرة باكتشاف حل آخر للمعادلات آينشتاين الكونية ، وقد كان الأمر محرجا ، فقد تبين أن تلك المعادلات لا تؤدي الى نموذج فريد للكون . والأكثر من ذلك ، فعلى عكس آينشتاين ، كان كون

دى سيتر فارغا . وكان بذلك مناقضا لرأى أينشتين وماخ
بأن المادة والزمان مترابطان ، بحيث لا يمكن أن يوجد
أحدهما دون الآخر .

كان لكون دى سيتر خصائص معيرة - فرغم أنه كان
فارغا ، فانه كان ممتددا وبسرعات متزايدة ، وهو ما كان
يعارض الدلائل الفضائية السائدة آنذاك .

وحدث تقدم هام عام ١٩٢٢م ثم بعد ذلك عام ١٩٢٤م،
حينما وجد عالم الرياضيات الروسى الكسندر فريدمان
Alexander Friedmann حلاولا أخرى لمعادلات أينشتين الكونية ،
وعلى عكس كون دى سيتر ، لم تكن فارغة ، وعلى عكس كون
آينشتين ، لم تكن ثابتة . فقد اكتشف فريدمان إمكانية
النسبية للأكوان ، بعضها ممتدد والبعض الآخر منكمش
والبعض يتحول من التمدد للانكماش . والأكثر من ذلك ،
فرغم أنها يمكن أن تشغل فراغا محدودا ، يمكن أيضا أن
تكون غير محدودة فضائيا . والفراغ فيها اما مسطح او
متعن بشكل منتظم . كان فتحا مفاجئا ، ولكن لم يكن له على
الرغم من ذلك تأثير فوري ، وحتى أينشتين نفسه لم يفهمه
فكان انطباعه الأولي عنه سلبيا .

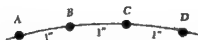
ولكن قبل ذلك بقليل كان علماء الفلك فى محاولتهم
الاقتناع بصورة جديدة للكون ، قد أدركوا منذ وقت طويل
بأن نظامنا الشمسى هو بقعة ميكروسكوبية من التجمع الهائل
المسمى بمجرة «درب التبانة» ، أو درب اللبانة «milky way» .
أطلق على المجرة كلمة Galaxy مشتقة من كلمة اغريقية تعنى
اللبن ، حيث كانت مجرتنا واضحة للعيان بصورة باهتة

أشبهه بلبن مسكوب . وكانت القياسات القاطعة قد أجريت
عن طريق عالم الفلك الأمريكى الشهير ادوين هابل
Edwin Hubble ، وقد أوضحت بجلاء وجود حشود من آلاف
المجرات تضم بلايين النجوم ، موزعة بشكل منتظم الى حد ما
فى الفضاء . وكان اعتراض آينشتين على توزيع منتظم للمادة
عبر الفضاء الكونى ، لا يزال مقبولا عند الحديث على مستوى
المجرات بدلا من النجوم .

ولكن افتراضه يكون ثابت كان غير مقبول . كان علماء
الفلك ، وهابل بالتحديد ، يدركون بمعاونة تليسكوب ذى قطر
١٠٠ بوصة على قمة جبل مونت ويلسون بكاليفورنيا حركات
ومسافات المجرات . وفى ١٩٩٢م نشر هابل أدلة قوية ليست
فقط عن تباعد المجرات البعيدة ، بل عن انتظام سرعات هذا
التباعد ، فكلما زادت المسافة عنا ، زادت سرعة التباعد ،
والنسبة بين القيمتين : البعد وسرعة التباعد ثابتة يطلق
عليها « ثابت هابل » . وفى معظم المسافات التى تمت دراستها
كانت السرعات عالية - وصلت الى ٧٠٠٠ ميل/ ثانية ، ومع
الآخذ فى الاعتبار ضخامة حجم المجرات ، فإن هذه السرعات
صارخة ، ومع ذلك فهناك دلائل على سرعات أعلى للمجرات
الأكثر بعدا .

ولو كان آينشتين على علم بهذه الحقائق عام ١٩١٧م لكان
من الممكن أن يفكر فى نموذج ممتد للكون وليس ساكنا ،
وأن ينظر للفراغ باعتباره ثلاثى الأبعاد على هيئة كرة أخذة
فى الانتفاخ وليس سطحاً كروياً . ذلك لأنه لو تصورنا أن
المجرات كنقاط فى ممتدة على سطح ممتد بانتظام ، فإن
فكرتنا عن التمدد المنتظم ستتمثل فى أن النقاط تتباعد بنفس

الدرجة عن بعضها البعض . ولكننا سرعان ما نكتشف بأن هذا ليس هو الحال ، ولتأخذ الشكل التالي :



ولنتصور أن القوس قد تمدد بحيث يزداد بعد كل نقطة عن المجاورة بمقدار بوحدة ، على الوجه التالي :



فرغم أن المسافة AB قد زادت بمقدار بوحدة واحدة ، فإن المسافة AC قد زادت بمقدار ثلاث بوحدات ، وبذلك فإن سرعة التباعد هنا تزداد بزيادة البعد ، كما أكدت مشاهدات هابل بالضبط .

ولكن في عام ١٩١٧م كان العلماء يعتقدون بأن النجوم ليس لها سوى حركات نسبية صغيرة ، وهو ما ضلل أينشتاين . ومع ذلك ، فلم يكن هو من ربط بين الشواهد الجديدة عن التباعد بين المجرات والأكوان التي وصفها فريدمان كنتيجة من معادلات أينشتاين . بل ولم يكن فريدمان نفسه . ففي عام ١٩٢٧م اقترح البلجيكي أبي جورج لاميتير Abbe Georges Lamaitre ، ولم يكن على علم بأعمال فريدمان ، وبناء على

معادلات آينشتاين كونا مبتدئا كما تصور آينشتاين ، يتمدد
 كما تصور فريدمان ، يؤول بعد زمن لا نهائي الى كون كمال
 تصور دى سيجر . هذا العمل كان من الممكن أن يمر دون أن
 يلحظه أحد ، حيث نشر في مجلة مغمورة ، لولا أن ايدنجتون
 اهتم به بشدة ، ونشره بعد ترجمته في إحدى المجلات
 البريطانية البارزة المتخصصة في الفلك . وقد نشرته عام
 ١٩٣١م . والآن استقرت نظرية الكون المتمد وحظيت
 أعمال فريدمان أخيرا بما تستحقه من تقدير .

لكم كان من المفيد أن تحتوى معادلات آينشتاين على تصور
 كون متمد ، ولكن المشاكل كانت كبيرة . وقد بين فريدمان
 أن المعادلات تسمح بعدد كبير من التصورات الكونية ، وفي
 الواقع فقد حول لاميتز تفضيله الى كون يبدأ بانفجار من
 نوية غاية في الضالة والتركيز بصورة يصعب تصورها ،
 واسماها « النوية الأولية » . ولكن حلم آينشتاين في التناسق
 كان قد انهار ، ولم يكن سعيدا البتة وهو يرى كل هذه
 الحلول . وقد كان منذ البداية تقريبا . وشاركه في ذلك
 دى سيجر ، يرى أن المعامل « لامدا » الذي أدخله يمثل شائبة
 في التناسق الجمالي الذي كان ينشده . وكم حاول الكثير
 للتخلص منه ! . وكان قد لجأ الى ذلك في بحثه عام ١٩١٧م
 بقوله :

« وللتوصل الى هذه الفكرة المتكاملة كان علينا طواعية
 أن ندخل امتدادا لمعادلات المجال التجاذبي لا تقرأ معارفنا
 الفعلية عن الجاذبية ، ومع ذلك يتمين التأكيد على أن الانحناء
 الايجابي للفراغ هو أمر تؤكد نتائجننا حتى ولو لم يكن
 المعامل « لامدا » قد أدخل . ويصبح هذا المعامل ضروريا

فقط لجعل التوزيع شبه الثابت للمادة أمرا ممكنا ، كما
تتطلبه حقيقة السرعة الصغيرة للنجوم .

وحينما ثبت خطأ هذه « الحقيقة » ، فقد المعامل «لامدا»
سبب وجوده ، وبالتخلص منه استعادت معادلاته جمالها ،
وتقلص عدد الحلول الممكنة لأكون فريدمان الى ثلاثة فقط ،
واحداها فقط تمثل كوننا مغلقا وبالتالى محدودا ، وهو الكون
الذى تعامل معه أينشتاين فى ١٩٣١م باعتباره النموذج الناضج
لفكرته الوليدة عام ١٩١٧م . ويمكن النظر لهذا الكون
المسمى بـ « الكون المتذبذب *oscillating universe* » ككون ينشأ
من انفجار نوية أولية مركزة تتباطأ شظاياها تدريجيا بمعد
الانفجار بفعل الجاذبية ، لتعود متراجعة لتندمج فى النوية
المركزة مرة أخرى .

ومع غياب المعامل «لامدا» يصبح عمر الكون بليوننا من
الستين (١٩) ، وهو زمن يتجاوز عمر الانسان على الأرض
يكثير ، ولكنه لا يكفى ليقطى عمر الأرض ذاتها ، ولكن
لا يمكن أن يكون الكون أقصر من ذلك عمرا .

أما لو احتفظنا بالمعامل المذكور ، كما فعل لامبتر ،
فانه يكون بإمكاننا أن نمد عمر الكون المفترض ، كما سيكون
أمامنا طريق نسلكه للاقتراب من التقديرات الفلكية لمتوسط
كثافة المادة ، ويبادل بعض من علماء الفلك بناء على ذلك فى

(١٩) نثبت هنا الأرقام كما كانت آنذاك ، والفرق بين ذلك التقدير والتقدير الحالى
(١٢ بليون سنة - المراجع) له قيمة تاريخية فقط ، ولا يتعارض مع الجدل للعلماء .

أهمية هذا العامل ، ولكن أينشتين كان حازما . فمن وجهة نظره كان الجمال والبساطة المنطقية لهما الاعتبار الأسمى . كان يثق فى معادلاته الفلكية ، ولا يثق فى المشاهدات الفلكية المتعارضة معها ، وبالتالي فقد نظر اليه كمن تخطاه الزمن ، وهذه المرة على يد علماء الفلك الذين اعتقدوا أن احساسه بالجمال بشكله اللاواقعى أبعده كثيرا عن الحقيقة .

وفى عام ، ١٩٤٥م فى الطبعة الثانية من كتابه «معنى النسبية» كتب ملحقا أوجز فيه آراءه عن «علم الكون» ، وكان قد توصل قبل ذلك باثنى عشر عاما مع دى سىتر الى أن مسألة محدودية الكون كانت شيئا يترك تحديده للمشاهدة ، وفى الموجز نفسه ترك ذلك السؤال بلا جواب . ولكنه كان ثابتا على رفضه للمعامل «لامدا» ، ولم يقدم أى مبرر ، بل قال بصراحة :

« يجب أن يزيد عمر الكون بداية على عمر القشرة الأرضية كما بينتها قياسات الاشعاع للمعادن المشعة ، ولما كان هذا التقدير موثوقا فيه ، فان النظريات الكونية التى تتعارض معه تصبح مرفوضة ، وفى هذه الحالة لا أجد حلا معقولا » .

بعدها بثلاث سنوات ، وجزئيا بسبب مشكلة عمر الكون ، اقترحت نظرية مثيرة لم يكن فيها للكون بداية أو نهاية ، ولكن يتحقق له الاستقرار بخلق المادة باستمرار ليعادل تمدده المستمر بلا نهاية .

ولكن قبل أن يكتب أينشتاين ملحقه عام ١٩٤٥ م كإثبات للمشاهدات الفلكية قد اتخذت بالفعل خطوات جادة ، وفي ربيع القرن التالي تحدد عمر الكون بمدة بلايين ، وأصبحت هذه المشكلة أقل حدة ، وفي السبعينيات مالت المشاهدات لجانب أن تكون قيمة المعامل « لامدا » صفراً ، وهو ما يقرب شكل الكون كثيراً للصورة ، الترددية البسيطة التي أثرها أينشتاين عام ١٩٣١ م ، وينحو الكثيرون من علماء الكون منحنى أينشتاين في أعمال المعامل « لامدا » ، ولكن هناك الكثيرون أيضاً ممن يستهجنون ذلك .

ولو كان أينشتاين حياً لنظر لهذه التطورات بشغف ، لقد كان ثابتاً في رفضه للمعامل « لامدا » في أناة وصبر ، مؤمناً بأن حسه الجمالي سوف يكتب له الغلبة أخيراً ، ولنكن نحق أيضاً في مثل صبره .

ففي عام ١٩١٦ م ، حتى قبل أن يبدأ مغامرته الكونية ، كان قد بدأ الاهتمام بأمواج الجاذبية ، وليس من المستغرب أن تضمن نظرية النسبية العامة ، وهي نظرية مجال ، وجود مثل هذه الموجات . ولكن بحكم طبيعة النظرية كانت تلك الموجات هي موجات للفراغ ذاته ، تموجات في انحناء الفراغ تنطلق بسرعة الضوء أو ، بمفهوم الأبعاد الأربعة ، تمرجات متجمدة في الزمكان تلوح لنا كحركة بحكم انتقالنا نحن عبر الزمن .

مع المحتمل أن عالم الفيزياء الأمريكي جوزيف ويبر Joseph Weber قد استشعر بالفعل هذه الموجات ، ولو تأكدت صحة نتائجه فإن عمله يكون إنجازاً مدعشاً . فمن

ضمن أشياء أخرى سيمثل ذلك تأكيداً بصحة النظرية النسبية العامة ، أهم من أهم تأكيد ظهر للآن .
 وأيا كانت النتائج ، فقد يذكرنا ذلك بماكسويل الذى لم يثبت تنبؤه بالموجات اللاسلكية إلا بعد وفاته .
 وقد لعبت موجاته دوراً غير متوقع فيما يعرف بالفلك اللاسلكى ، بعد طول اعتماد على المراصد البصرية ، وسوف يعتمد بنا المقام كثيراً لو تحدثنا عن أشياء النجوم (الكويزات quasars) والناضات (البلسارات pulsars) والاكتشافات الأخرى التى نتجت عن استخدام الفلك اللاسلكى ، أو كيف أن الدقة فى القياسات بفضلها قد غزت عالم النظرية النسبية العامة .

نحن لا نعلم ما يخبؤه المستقبل لنا ، ولكن اكتشاف البلسارات فى حد ذاته يؤكد التوقع النظرى لانفجار النجوم تحت ثقل جاذبيتها مغلقة ورامها النجوم النيوترونية ، والتى تبلغ مثل الشمس كتلة ولكن لا تزيد أقطارها عن عدة أميال . وكذا التنبؤ بانهييار أقسى يخلف ورامه ما يعرف بالثقوب السوداء والتى تبلغ جاذبيتها من الشدة لدرجة حسن الضوء بداخلها (٢٠) . فهل الثقوب السوداء موجودة حقيقة أم أنها من اختلاقات المعادلات النسبية ؟ هذا ما سيكشف عنه الزمن . فالأبحاث على قديم وساق .

هذا على الأقل ما يمكن أن يقال : منذ السبعينيات ، لأكثر من خمسين عاماً من وضع النظرية النسبية العامة ، لقد تعرضت النظرية لاختبارات من كل نوع ، وأنها بعد عقود من سبقها لزمانها تقع الآن فى خضم الأبحاث الكونية .

(٢٠) يمكن الرجوع لكتاب « المبادئ الثلاث الأخيرة » من إصدارات الألف كتاب الثانى للمزيد من دورة حياة النجوم - (المراجع) .

الفصل الثانى عشر

مجموعه من النسخ
مكتبة

الموت مصير كل حى

مرة ثانية نتجاوز عن التسلسل الزمنى لنعود لمرحلة سابقة . فعند وصول آينشتين الى برنستون دخلت حياته مرحلتها الأخيرة ، وسوف نتحدث عما قريب عن أشياء متعلقة بالخريف ، بعضها يحمل بهجة تفتح مراحل المبكرة ، الا أن بعضها الآخر مشوب بالظلال القاتمة التى تأتى مع برد الشتاء .

ولندع كلمات الرجل تهيىء الموقف " نحن الآن فى عام ١٩١٨م المثقل بالحرب ، انحناء الضوء لما يتحقق بعد ، الشهرة العالمية لما تأت بعد ، والرجل سعيد فى عمله ، يوقره أقرانه من العلماء الا أن ما يعبر به عن ابتهاج تشوبه نغمة حزينة ، وهو يتحدث عن بلانك فى عيد ميلاده الستين ، ولكن كلماته تقول شيئاً عنه هو ذاته :

« أشاءك شوبنهاور الاعتقاد بأن أحد أقوى الدوافع التى تقود الناس نحو العلوم والفنون هو الهروب من الحياة اليومية بفظاظتها المؤلمة وشحها المقيت ، ومن متاعب الرغبات دائمة التقلب . تتوق النفس السوية الى الهروب من الحياة الشخصية الى عالم الإدراك والفكر الموضوعى ، وتشبه هذه

الرغبة توق الانسان للهروب من خوضه المدينة الى قمم الجبال ، حيث تتجول العين بحرية خلال الهوام النقي الساكن ، وتتبع بشغف المراثيات التي يبدو أنها خلقت للخلود .

ومع هذا الدافع السلبي يوجد آخر ايجابي * فالانسان يحاول أن يصنع لنفسه وبالطريقة التي تناسبه صورة مبسطة ولماحة للعالم ، ثم يحاول الى حد ما أن يستبدل عالمه هذا بعالم التجربة ، وبذلك يتغلب عليه . هذا ما يفعله الرسام والشاعر والفيلسوف المتأمل ، وكذا عالم الطبيعة ، كل بطريقته الخاصة . وكل يجعل من هذا العالم وتراكيبه محورا لحياته العاطفية ، كيما يجد الأمن والسلام اللذين يفتقدهما في مملكة التجارب الشخصية المتلاطمة ضيقة الأفق .

ان المهمة الاسمى لعالم الفيزياء هي التوصل لتلك القوانين الأولية الجامعة التي يمكن بها أن يبنى العالم من الاستنتاج المجرد . وليس هناك طريق منطقي لتلك القوانين ، ليس الا الحدس المبني على التفهم المتعاطف يمكن أن يوصل لها التوق لتحقيق تناغم كوني هو مصدر ذلك الصبر الذي لا ينضب والمثابرة التي كرس بهما بلانك نفسه لأكثر المشاكل عمومية في العلم . ان الحالة الذهنية التي تمكن من القيام بمثل هذه المهمة أشبه بتلك التي يكون عليها العابد أو العاشق ، فالمجهود اليومي لا يأتي من نظام صارم ، بل من القلب مباشرة » .

كتب آينشتين لصديق عام ١٩٢١م : « الاكتشافات في صورها العظيمة هي للشباب ، ومن ثم فهي بالنسبة لي شيء من الماضي » . وبرغم ذلك فلم يكن عاطلا خلال السنوات من ١٩١٧م الى ١٩٣١م . ولقد عرفنا دوره في الظهور المدوي

ليكانيكاً الكم ، والعزلة التي نتجت عن المعركة حول تفسيرها .
 وفي عام ١٩١٨م اقترح دهرمان وايل Hermann Weyl عالم
 الرياضيات الألماني البارز - الذي كان وقتها أستاذاً لمعهد
 البوليتكنيك بزيورخ - امتداداً للنظرية النسبية العامة
 بلغت من الذكاء وبساطة الطبيعة ما أهلها حظاً أفضل من
 حظ سابقتها . ذلك أنه بسبب الانحناء في نموذج الزمكان
 الذي اقترحه أينشتاين ، وما استتبعه من غياب الخطوط
 المستقيمة ، فقد لعبت الاتجاهات المأبى غريبة . ولتفهم
 تأثير الانحناء على الاتجاهات ، لننظر الى مسطح الأرض
 المنحني ثنائي الأبعاد ، ولنتصور أن لدينا قارين متباعدين
 يتحركان من خط الاستواء باتجاه الشمال . من المفترض
 أنهما يتحركان في خطوط متوازية منذ البداية ، وفي مسارات
 مستقيمة لا تنحرف يمنة أو يسرة ، ولكننا سوف نجد بالتدريج
 أنهما يتقاربان ، وبسبب ذلك سوف نرفض أنهما يسيران
 متوازيين .

قد خطر على بال وايل أنه - لكي نظل في تماثل مع
 سفينتنا - ليس فقط الاتجاهات ، بل وأيضا الحجم تتغير
 أيضا كنتيجة للتجرك ، وان يكن بدون تغير في الأشكال ،
 ومن ثم فقد أدخل مثل هذا التغير كتغير محتمل في الزمكان
 المنحني (٢١) . وبذلك فقد أدخل تعديلاً أساسياً في تركيبته
 الهندسية . ومن الممكن أن يكون انطباعنا الأول أنه لو أراد
 رياضي عظيم أن يتلاعب بمثل هذه الأفكار ، فان هذا امتياز
 له من حقه أن يمارسه كيفما شاء . ولكنه كان يفكر بشكل
 آخر ، فقد بين أنه بإمكانه بمثل هذه التركيبة الجديدة في

(٢١) دوننا أية علاقة يتكلم فيتجيرالد - لوتنز .

الزمكان أن يربط وبطريقة طبيعية ، بين جاذبية آينشتين وبين كهرو ديناميكا ماكسويل . وهذا يثير اهتمامنا على الفور ، لأن آينشتين عندما تعامل مع الجاذبية كانحناء لم يكن بإمكانه إعطاء الكهرومغناطيسية دورا هندسيا أساسيا مناظرا . ولكن وايل بتغييراته فى الأطوال جعل من الكهرومغناطيسية أيضا أحد جوانب الهندسة أو الشريك الهندسى لمنحنى الجاذبية وبهذا توصل الى ما نسميه « نظرية المجال الموحد » unified field .

كانت نظرية وايل ، رياضيا وجماليا ، انجازا كبيرا . لكن آينشتين الفيزيائى بشكل أساسى ، سرعان ما اكتشف وجه الخطأ فيها : وبالتحديد ، فانها تعنى أن أطول الأجسام تعتمد على ماضيها . ففى الزمكان ، يمكن أن يعنى لفظ الأطوال أطوال الزمن كما يعنى أطوال الفراغ . وذرات العناصر تشع ضوءا يعبر تردده عن أطوال ثابتة فى الزمن ، بدليل وجود خطوط طيف محددة تماما لكل ذرة عنصر . ولو كانت للذرات أطوال زمنية تعتمد على ماضيها ، لما كان لكل ذرة عنصر مثل هذا الطيف المحدد . ويستتبع ذلك أنه ليس لنا أن نتلاعب بالأطوال بالطريقة التى اقترحها وايل . هكذا كانت حجة آينشتين فى مواجهة نظرية وايل ، أستاذ فيزيائى ضليع يمارس دوره ، فيدرك بحسه الفيزيائى القضية المحورية فى الموضوع . ولكنها تترك شيئا دفيئا . واليك مقتطفًا من خطابه لوايل ، يبين فيه وجه اعتراضه :

« هل يمكن اتهام الرب العظيم بعدم التناسق فى خلقه لو فوت الفرصة التى اكتشفتها أنت لتحقيق التناسق والتناغم فى العالم الفيزيائى ؟ لا أعتقد ذلك ، فلو كان الله قد خلق

الكون تبعا لمخطتك لمخاطبته معاتبا : «مولاي ، لو لم يكن في قدرة جلالك أن تعطى معنى موضوعيا للأجسام الثابتة للأشياء ، لماذا يا من تتعالى على الفهم احتفظت لها بأشكالها ؟ » .

وهنا حقيقة نرى أستاذا فيزيقيا ضليعا يمارس دوره . وعلى مضمض سحب وإيل نظريته عن مملكة الجاذبية ، مكتفيا بدور لها في النظرية الكمية ، حيث فى نطاقها ترابطت بشكل طبيعى مع الكهرومغناطيسية . فى تلك الفترة لم يكن معروفا سوى قوتين أساسيتين فى الطبيعة ، الجاذبية والكهرومغناطيسية ، وقد بين وإيل أن التعامل مع أحدها على انفراد دون الثانية هو أحد الخصائص الدقيقة للهندسة الكونية . وكان البحث جاريا عن نوع جديد من الهندسة يمكن أن يستوعب الاثنين بشكل مرض ، وهو ما شغل أينشتاين حتى آخر أيامه . وإذا ما تكلمنا عن بعض تلك النظريات لتوحيد المجال التى اقترحها هو أو آخرون ، فلما ذلك إلا لأنها تتكشف عن نسق موحد رغم اختلافها . أما بالنسبة لإيل فقد عين أستاذا فى جوتنجن ، ولكنه غادر البلاد للولايات المتحدة عند استيلاء النازى على السلطة ، وأصبح زميلا لأينشتاين فى برنستون .

وقد وضع أيدنجتون نظرية موحدة مشابهة لنظرية وإيل ، ولكنها أكثر عمومية . فعلى مستوى كوني ، حينما نقوم برحلة بأقصر الطرق ، نجد أنفسنا نتحرك على المسارات المستقيمة التى تتيحها انحناءات السطح . هذه الرابطة بين أقصر الطرق وبين استقامة المسارات ، احتفظ بها أينشتاين فى زمكانه المنحنى ، هى ما انقطع فى نظرية وإيل ، وظلت منقطعة فى نظرية أيدنجتون التى أعلن عنها عام ١٩٢١م .

وفي نفس العام اتخذ « ت . كالوزا » T. Kaluzsa « مسارا
مختلفا . فبادخال بعد خامس تمكن من اعادة كتابة معادلات
آينشتين بلا تغيير ، ولكن بخمسة ابعاد بدلا من اربعة ،
واستوعبت الجاذبية والكهرومغناطيسية دون ضجة .

وفي عام ١٩٢٤م طور آينشتين عمل ايدنجتون ، ولكنه
سرعان ما أصبح غير راض عما حققه . وفي ١٩٢٥م وضع
نظرية أخرى تحمس لها ، وكتب في الفقرة التمهيدية :
« بعد بحث مضن خلال العامين الماضيين أعتقد أنني الآن قد
توصلت للحل الصحيح » وقد استندت نظريته في معظمها
على المصادفة الرياضية التالية : في احدى الطرائق المعجزة
لوصف الكهرومغناطيسية تستخدم ست كميات مجالية ، وقد
حقق الموتر (التنبسور) المتري $g_{\mu\nu}$ تناسقا معينا ، وبالفعل
هذا التناسق سوف يحتوى تلقائيا على ست عشرة كمية مجالية
وليس عشرة فقط ، وباستخدام عشرة تراكيب منها للجاذبية
يتبقى لنا ستة فقط ، وهو بالضبط المطلوب لتمثيل
الكهرومغناطيسية . وهذه الفكرة لاينشتين جذيرة بالتذكر
في ضوء التطورات اللاحقة .

ننتقل الآن لعام ١٩٢٨م وهو غام وغاء لورنتز ، الذي
كان يحظى من آينشتين باحترام وتوقير كبيرين . وقد قال في
رثائه على قبره : « ليس فقط عبقريا ، وانما « أعظم وأنبأ
رجال عصرنا » ، وهو الذي شكل حياته كعمل فني رائع الى
أدق تفاصيله » . ولما كانت هذه الكلمات صادرة ممن
لا يجيد تنميق الخطب ، فقد كانت صادرة من القلب . وقد
كتب بعدها بسنوات :

« كل ما مهيئ من هذا العقل الفذ كان جميلا ورائعا كفه راق . وإذا كنا نحن الشباب قد عرفنا لورنتز كمعقل سام يتضاعف إعجابنا به واحترامنا له بشكل فريد ، فإن احساسى شخصيا كان أكثر من ذلك ، لقد كان يعنى بالنسبة لى شخصيا أكثر من كل من قابلتهم فى حياتى » .

وقد كتب ذلك عام ١٩٥٣ م ، أى بعد ربع قرن من وفاته .

وفى نفس العام وكما قدمنا كان طريق الفراش لمرض ألم به ، ولكنه واصل العمل ، فقد كان فيه دواؤه ، بل وحياته ذاتها . وكان قد تخلى عن نظريته عن المجال الموحد لعام ١٩٢٥ ، برغم حماسه لها فى البداية . وكان متكبا على نظرية كالوزا ببعدها الخامس المعير ، والذي لم يكن له نظير حليبيى ، وعندئذ استقر لدخل جديد للنظرية ، وكانت النظرية الجديدة التى تضمنت ما أسماه « التوازى عن بعد » بشكل منا على عكس نظرية وايل . وتذكر أن وايل ، عند اختلال التوازى ، قرر أن يخل بالأطوال أيضا . على العكس من ذلك ، عندما وجد آينشتين الأطوال لا تختل ، قرر فى المقابل ادخال تواز لا يختل . وكانت الفكرة أن يفعل ذلك دون التخلي عن انحناء الزمكان . وفى بدايات عام ١٩٢٩ م كان قد تمكن من حل المشاكل الرئيسية التى يتضمنها كتابه معادلات المجال للنظرية الجديدة للمجال الموحد . وفى يوم النشر الرسمى للمقال الثالث من سلسلة فنية رائعة من تسع مقالات عن النظرية ، والتى كانت غير مفهومة الا للمتخصصين ، كانت الأخبار المثيرة تلف العالم ، لدرجة أن جريدة من نيويورك قد حققت خبطة صحفية بالحصول على المقال برقيا

من برلين ، لتنتشر ترجمته كاملة بما فيها من معادلات ، وفي ذلك المناخ غير العلمي احتفت الصحافة بالنظرية الجديدة باعتبارها تقدما علميا بارزا ، رغم أن آينشتين ذكر في مقاله أنها مازالت مبدئية . وسرعان ما تبين له أن عليه أن يتغلب عليها .

بنهاية عام ١٩٣٠م أرسل هو ومعاونوه ماير للنشر نظرية مختلفة تماما . مصممة للحفاظ على جوهر فكرة كالوزا الخماسية الأبعاد ، مع البقاء في حدود أربعة أبعاد فقط . وحتى هذه المحاولة تغلب عليها فيما بعد . وعندما وصل المعهد الدراسات المتقدمة عام ١٩٣٣م ، كان الاثنان لا يزالان يبحثان عن هيكل هندسي يصلح للاستخدام في التوحيد .

تحدثنا فيما سبق عن نسق بين نظريات المجال الموحد ، فما هو هذا النسق؟ فيم اشتركت هذه النظريات؟ بل علينا أن نتساءل ، ما الذي غاب عنها جميعا؟ في بحثه الأولي عن النظرية العامة للنسبية كان آينشتين يسير على هدى من مبدأ التماثل الذي وضعه ، وربط فيه بين الجاذبية والمجلة ، فأيق المبادئ المماثلة التي قادت خطواته في بناء نظرية المجال الموحد؟ لم يكن يعلم ذلك ، حتى آينشتين نفسه ، ولذا فلم يكن البحث بحثا بقدر ما كان تخبطا في غياهب الأدغال الرياضية ، بهدى من ضوء خافت من الحدس الفيزيائي .

اعتقد آينشتين في معظم سنوات برينستون أنه قد توصل أخيرا للتوحيد الذي طال بحثه عنه ، لكنه وجد بالمزيد من حساباته أن معادلاته لها تداعيات غير مقبولة . ولم يفت ذلك في عضده ، ويعطينا ارنست شترواس الذي زامله في معهد الدراسات المتقدمة هذه الصورة النابضة :

« كانت النظرية الأولى التى نعمل عليها منذ جئت للعمل كمساعد قد سبق له العمل عليها منفردا طيلة العام السابق ، ثم واصلنا العمل عليها سويا لتسعة أشهر تالية ، وفى احدى الليالى وجدت بضعة حلول لمعادلات المجال ، ثم ظهر فى اليوم التالى أنها تبين أن النظرية ليست لها دلالات فيزيائية - وظللنا نقلب الأمر طيلة النهار ، ولكن الخلاصة كانت كما هى - وغادرنا مبكرين قبل الموعد بنصف ساعة ، وكنت محبطا بالفعل ، وكنت أتساءل : اذا كان هذا شعور من يعمل بالمعول ازام انهيار الصرح ، فماذا يكون شعور من صممه ؟ ولكن فى الصباح رأيته يدخل متهللا ، قائلا فى حماس : « أعلم ، لقد ظلمت طوال الليل أفكر ، وبدأ لى أن الحل هو فى ... » ، وكانت بداية جديدة لنظرية استغرقت نصف عام آخر ، ولقيت نفس مصير سابقتها ، وأيضا لم تحظ مثلها بأى حزن عليها » - ويحكى شتراوس أيضا عن أنه « حينما تقابله خصيصة مرضية كان غالبا ما يهتف متهللا : « انها من البساطة بحيث لا يمكن أن تفوت على الرب » » .

ولفترة كان البحث عن نظرية للمجال الموحد موجة ركبتها الكثيرون ، مشهورين ومغمورين ، أخرجوا كما هائلا من النظريات الهندسية المتضاربة ، وعندما هدأت الضجة ، واصل هو العمل ، ولكنه لم يجد أى دليل من الطبيعة ، أو الهام سحرى ، وبسبب ذلك بدأ الكثيرون من علماء الطبيعة فى النظر الى اصراره فى البحث باستهانة خفية - لكنه ظل ينتظر الى تلك السنوات العشر من العمل الدؤوب المجدب نفس نظريته الى الفترة التى أنتج فيها نظريتيه النسبيتين ، الخاصة والعامة - وفى بحثه عن معادلات المجال الموحد كان كل

ما ارتكز عليه هو خبرة عمره التي لا تقارن ، وقناعاته الراسخة بوجوب وجود هذه النظرية ، حيث انه كما يقول أصحاب الأديان الموحدة ، ان الرب واحد - كان هذا دافعا كافيا له لمواصلة الطريق على مدى ثلاثين عاما من اخفاق الى اخفاق - صحيح أنه لم يكن قادرا على مواكبة ما يجد في الفيزياء من تطورات ، وصحيح كان الهامه يخبو ، وصحيح لم تعد الأفكار تأتيه بفزارة أيام الشباب ، ولكن كانت تأتيه على آية حال ، وكان بحثه عن المجال الموحد معبرا تماما عن اصراره وعزمه الذي لا يلين ، والذي تعامل به مع كل أفكاره طيلة حياته -

وفي عام ١٩٣٦م دهمه الحزن لوفاة مارسيل جروسمان الذي لولاه لما قدر لعبقرية آينشتاين أن تزدهر ، انقطعت الصلات بالماضي ، وهدأت الضجة حول النظرية النسبية العامة منذ وقت طويل ، وفي الدوائر العلمية كانت في حالة خسوف ، ورغم ذلك فقد واصل العمل - وفي ١٩٣٧م ، وبمشاركة مع العالم البولندي « ليوبولد انفيلد Leopold Infeld » ومؤلف هذا الكتاب قدمنا بحثا للنشر عن اكتشاف كبير ، هو أحد تداعيات النظرية النسبية العامة ، التي زادت من جمالها غير العادي وكشفت عن تفرداها بين النظريات ، وهو كشف توصل اليه في العام التالي ، بطريقة مخالفة استلزمت فروضا اضافية للمادة ، العالم الروسي «فلاديمير فوك Vladimir Fock » - وفي حالة آينشتاين كان للكشف جذور عميقة في أعماله السابقة منذ عشر سنوات مع نجى جرومر ، لكن بعد أن اختمرت الفكرة الآن وزادت نضوجا - كانت الحسابات البعيدة شديدة الكثافة والتمقيد بحيث لا يمكن أن نتمرض الا لاطارها

العام ، وهى مودعة فى مكتبة معهد الدراسات المتقدمة ،
ويمكن للمتخصصين الرجوع اليها ، لكن جوهر العمل
يسهل وصفه •

تحدد معادلات مجال الجاذبية من صور انحناء الزمكان،
فبعض أنواع الانحناءات مسموح بها ، والبعض الآخر لا •
وفى تشبيه تقريبي نقول ان الورقة يمكن أن تطوى فى
أشكال كثيرة ، ولكنها لا يمكن أن تنفخ • ولننظر الآن جسما
فلكيا وحيدا ، عندئذ يأخذ شكل الفراغ المنحنى ، الشكل
التالى مثلا :



وفى حالة عدد من الأجسام ، فإنها تأخذ الشكل التالى :



ولكن ، مع الواضح أنه يجب علينا أن نسوى التقاطعات
حتى تندمج الأشكال معا ، وذلك على الوجه التالى :



كيف يمكن ايجاد الطريقة الصحيحة ليكون الاندماج سلسا ؟ نعود الى معادلات المجال ، ولكنها أكثر صرامة مما نتوقع ، فهي تسمح بالاندماج السلس اذا كان الخط الكوني World line للأجسام يتحرك وفقا لقواعد معينة ، أو بلفة أبسط عندما تتحرك الأجسام فقط بطرائق محددة تماما .

وما تلك الطرائق ؟ ربما يخمن القارئ أنها فى الأساس الطرائق التى تسمح بها نظرية الجاذبية لنيوتن ، ليس هذا دقيقا ، هناك اختلافات تبين الفوارق بين نظريات الجاذبية لنيوتن ومثيلاتها لأينشتين .

من الواضح أنها نتيجة هامة ، ولكن اذا توقفنا عند هذه النقطة فتستفوتنا الدلالة الأكثر عمقا . لنظرية نيوتن جزءان متميزان ، قانون الجاذبية وقوانين الحركة ، وكذا تنقسم معادلات ماكسويل الى معادلات المجال ومعادلات الحركة لنيوتن ، وبينها وسيط يسمى « قوة لورنتز » ، وكانت نظرية أينشتين منقسمة فى ذلك الوقت قسمين ، معادلات مجال الجاذبية وقاعدة « أقصر المسافات » للحركات الكوكبية ، قاعدة مساعدة تعتبر أن الكواكب هى جسيمات ليست بذاتها ذات انحناء زمكانى تجاذبى . ولكننا الآن يمكن أن نرى أن نظرية أينشتين ليست مقسمة بهذا الشكل فى الحقيقة ، فمعادلات المجالات التجاذبية تحكم الحركة ليس للجسيمات فقط ، بل للأجرام التى لها انحناءات فراغية بذاتها . لم تكن معادلات المجال بحاجة لقواعد تكميلية ، فقد كانت ذاتية الاكتفاء . لقد أصبح هيكل النظرية أكثر اقتصادا فى القوانين ، ومن ثم أكثر بساطة وأكثر فنا مما تصور أينشتين حين وضعها منذ قرابة ربع قرن .

ماذا لو وضعنا معادلات المجال ومعادلات ماكسويل في بناء تركيبى من النظرية النسبية العامة ؟ عندئذ يعمل سحر آينشتين الحركى بصورة أقوى ، حيث انه من المعادلات الذاتية الاكتفاء ستظهر قوة لورنتز تلقائيا مع الحركة ، وليس كدخيل فيها .

خلال مسار هذه المعادلات المعقدة كانت هناك مفاجآت غير سارة ، حينما لا تسير الأمور كما يكون متوقعا . وفى بعض الأحيان كان الموقف يبدو ميؤوسا منه ، فيصاب معاونو آينشتين بالاحباط ، لكن شجاعته هو لم تخنه قط ، وكذا قدرته على الابتكار . كان يعمل فى حل هذه المعضلة لأكثر من عشر سنوات ، وكان كل اخفاق لا يعدو اخفاقا عارضا ، وليس هزيمة مريرة . وكان يكرر على مسامع مساعديه المحيطين أنه اذا كان العالم قد انتظر كل هذه السنوات من أجل أن تثمر هذه الفكرة ، فلن يضيره أن ينتظر بعض شهور أخرى . واذا فشلت الفكرة فى النهاية فليس ذلك بالأساة ، طالما أنه بذل كل المستطاع من الجهد .

بالنظر للأبعاد الثلاثة للفراغ ، فإن الأمر يتطلب معادلات ثلاثا لحركة الأجسام ، لكن معادلات المجال ذاتية الاكتفاء ، ولأنها رباعية الأبعاد لابد أن تعطى أربع معادلات للجسم الواحد . وبالنسبة لمعاونى آينشتين كان ذلك يمثل تهديدا رئيسيا لنجاح المشروع ، ولكن لم يكن كذلك بالنسبة لآينشتين ، على العكس ، لقد وجد فيه امكانات هائلة : فالمعادلة الرابعة يمكن ألا تسمح الا بمسارات معينة على غرار ما فعل بوهر من قبل : تخيل المفارقة ، بمبدأ المعركة مع بوهر ، لو اتضح أن نظريته الكمية وما لها من تأثيرات

محتواة فى النظرية النسبية العامة لأينشتين • ولكن للأسف لم يتم ذلك ، اذ لم تضع المعادلة الرابعة أية قيود • لكن هذا الأمل الذى لم يتحقق يكشف عن اصرار وعمق تصميم أينشتين على التوحد الفيزيائى •

أحيانا ما كان يصل العمل الى طريق مسدود ، وفى هذه الحالات ، وعندما تفشل المناقشات الحامية فى كسر الجمود ، يتدخل أينشتين قائلا بانجليزية ذات لكنه متميزة : « لسوف أفكر قليلا » ، ثم يبدأ فى التحرك قائما أو قاعدا ، أو يدور حول نفسه ، وفى كل هذه الأحوال يلف خصلة من شعره حول اصبمه ، وترتسم على وجهه نظرة حاملة ترنو لبعيد • لم تكن تبدو عليه أية علامات للانفعال أو الضغط، لا أثر للمناقشات الحامية التى ثارت منذ لحظات • ليس سوى انسحاب الى سلام داخلى ، ذاك هو أينشتين يعمل فى قمة عبقريته ، وتمضى الدقائق ، ثم فجأة يعود الى عالم الواقع ، وعلى وجهه ابتسامة ، وعلى شفثيه حل المعضلة مع المنطق الذى أوصله لحلها •

وفى ٢٠ ديسمبر من عام ١٩٢٦ م ، بعد ثلاث سنوات من مغادرة أوربا ، توفيت زوجته الزا ، وفى خضم هذا الحزن انكب على العمل ، قائلا انه قد أصبح أكثر احتياجا له من أى وقت مضى • كانت فى البداية محاولات للتركيز تدمو للراث ، ولكنه عرف الحزن من قبل ، وعلم أن العمل هو الترياق السحري لمواجهته •

قبل اندلاع الحرب الثانية بزم طويل ، قام أينشتين ، مثل بوهر وغيره من الرجال ، ببذل كل جهده لمساعدة الراغبين فى الفرار مع النازية • وكانت زوجته نشطة فى هذا المجال أيضا • ولما زف الكمان بوزيس شوارتز قصة

مشيرة بهذا الخصوص . كانت البيروقراطية تعمل بشكل أشد تعقيدا من أن يفصل في هذا الكتاب . كان شوارتز وأبواه قد ولدوا في روسيا ، ثم تحولوا للجنسية الألمانية . ولكن النازيين عندما وصلوا للسلطة ألغوا تلك الجنسية ، ألم يكونوا يهودا ؟ وقد أدى ذلك الى أن يصبحوا بلا جنسية ، ومن ثم فقد كانوا أقل تعرضا للمسف من المواطنين من اليهود . لم يكن مسموحا لهم اقامة الحفلات الا للجماعات اليهودية ، ولكنهم أعطوا جوازات سفر بلا جنسية تتيح لهم السفر للخارج ، طالما نجحوا في الحصول على تأشيرة . وهكذا سمح لهم بأن يكسبوا قوتهم باقامة الحفلات في الخارج .

ولكن أصبح من الواضح وبشكل متزايد أن مستقبلهم في ألمانيا تحفه المخاطر ، وفي محاولة يائسة قاموا بالاتصال برامي الكنيسة الأمريكية في برلين ، الذي كتب لعائلة آينشتين . وسرعان ما تلقت عائلة شوارتز ردا حارا من « الزا برتي » ، وهو اسم حركي ليس فيه ذكر لآينشتين . وتلته خطابات أخرى ، رغم أن الزا كانت قد بدأت رحلتها مع المرض .

في ذلك الوقت كان آينشتين يستخدم نفوذه ، وفي بدايات عام ١٩٣٦م تسلم بوريس شوارتز اشعارا غير متوقع من سفارة الولايات المتحدة ببرلين ، بوجود تصريح بدخول الولايات المتحدة .

كان الطلب على هذه التضاريع شديدا ، وكان على آينشتين أن يستخدم كافة جهوده للحصول عليه ، ومن ثم فقد كتب على نفسه تمهدا بالألا يكون شوارتز عند حضوره عينا على الدولة . مقدما دخله كضمان لذلك . ولكن في حالة عدم

وجود قرابة يكون هذا التمهيد غير كاف ، ولذا حث آينشتين أحد رجال الأعمال على تدعيمه بتمهيد مماثل . ورغم ذلك فلم تكن المسألة سهلة . كان على بوريس أن يقدم دليلا على معرفته بآينشتين ، وكان الوقت حرجا والشروط صارمة . ولحسن الحظ كان الدليل موجودا ، فقد أبرز بوريس الصورة التي تجمعهم ووالده مع آينشتين وهم يعزفون الموسيقى ، وحصل بالفعل على التأشيرة التي مكنته من دخول الولايات المتحدة . وكان سهلا بعد ذلك أن تلحق به بقية الأسرة . وكان آينشتين قد قام باتصالاته بالفعل لضمان مورد رزق لهم .

عرضنا لهذه القصة بالتفصيل ، لكي نبين جهود آينشتين في انقاذ من يمكنه انقاذهم من براثن النازيين . كان يكتب التعهدات بلا اكتراث ، لأصدقاء وغير أصدقاء . ومما لا شك فيه أن الكثيرين مدينون بحياتهم لجهوده .

ورغم أن قصة « أنفلد » لا تندرج تحت هذا الاطار ، الا أنها مرتبطة بنفس السياق . فرغم كونه فيزيائيا موهوبا ، وما حققه من انجازات ، وبرغم مجهودات آينشتين ، الا أنه لم يتمكن من الحصول على وظيفة مناسبة . وعلى ذلك فقد أشركه آينشتين معه في تأليف كتاب « تطور الفيزياء » الذي كان له صدق واسع ، ولا شك في أنه كان له أثر في حصول أنفلد على وظيفة مرموقة في كندا .

تحدثنا من قبل عن خطاب آينشتين المؤرخ ٢ ديسمبر ١٩٣٩م الى روزفلت ، محذرا من احتمالات قنبلة اليورانيوم ، وبعدها بأسبوع نجده يكتب بجدة لشرودنجر : « عن القنبلة أيضا ؟ لا ، بل هي مشكلة كانت تؤرقه ، هي تفسير ميكانيكا

الكم ، وبعد تهنئته على مثال القطة السابق ذكره ، نجده يتحدث عن « الصوفى » ، يقصد بوهر ، الذى يمنع ، بحجة أن ذلك ليس علميا ، البحث عن شيء موجود على استقلال ، بصرف النظر عن كونه مرثيا أم لا ، وهو التساؤل عن كون القطة حية. أو ميتة فى لحظة معينة قبل أن تصبح مرثية . وكرر آينشتين مرتين خلال خطابه أنه « مقتنع تماما كما كان دائما » بأن ميكانيكا الكم لا تعطى الحقيقة كاملة . وقبل نهاية رسالته ترد هذه الفقرة ، ويبدو أنها لا تشير فقط لهذه المشكلة ، ولكن أيضا لنظرية المجال الموحد ، ويقول فيها : « أكتب هذا اليك » ، ولنتذكر أنه يكتب لأخلص معاونيه ، « بلا أدنى شك فى اقتناعك ، ولكن بفرض وحيد ، هو أن أمكنك من فهم وجهة نظرى التى أوصلتني الى وحدة عميقة » .

بعد ذلك بثلاثة أيام ، كتب للملكة الأم فى بلجيكا . هل عن اليورانيوم ؟ لا ، بل عن الأيام الخوالى فى أوربا ، ومباهج الصيف من ركوب الزوارق وعزف الموسيقى ومزايا الوحدة .

وفى عام ١٩٣٥م توجه آل آينشتين الى برمودا لاعادة الدخول بتأثيرات دخول دائمة ، وفى ٢٢ يونيو ١٩٤٠م ، بعد فترة خمس السنوات الضرورية ، أدى آينشتين وابنته مارجو وسكرتيرته امتحان الحصول على الجنسية الأمريكية ، وفى أول أكتوبر منح ثلاثتهم الجنسية ؛ وكان مستقبل المدنية يبدو مظلما تحوطه الشكوك ، فى خضم معركة بريطانيا الجوية ، وبعد أسابيع من استسلام فرنسا . وكان ذلك فى نفس يوم امتحان الحصول على الجنسية . وبعد عام ، غزا النازيون روسيا ، وبدأ كما لو كان النصر سيكون حليفهم . ولكن ، وكما نعلم ، كان المد قد تحول للانحسار . ومن

المناسب أن نتحدث هنا عن نظرية مجهولة وغير صائبة ،
وضمها آينشتين بعد ذلك بثلاث سنوات .

فى ذلك الوقت كانت الحرب قد قاربت نهايتها . وفى
٦ يونيو ١٩٤٤م ، وبينما هاجم الروس الشرق ، عبر الحلفاء
القنال الانجليزى الى نورماندى ، وكانت بداية الانهيار لحلم
هتلر فى استعباد العالم . وبحلول نوفمبر كانت الجيوش
الألمانية فى موقف خطير وهى تنسحب على الجبهتين . عندئذ ،
وفى ٦ ديسمبر من نفس العام ، شن الألمان هجوما مضادا
مباغتة للغرب ، اخترقوا فيه خطوط الحلفاء ، وهو ما أصبح
يعرف بـ « معركة الأردين » . عند سماع آينشتين لهذه الأنباء
تملكه القلق ، وقد فكر فى الأمر كما يلى : كل الدلائل تشير الى
أن الألمان قد خسروا الحرب ، فلم يجازفون بشن هذا الهجوم
الذى لن يجنوا من جرائه سوى المزيد من الخسائر ؟ لابد أن
لديهم أسبابا وجيهة لذلك ، وتوقع أن يكون السبب هو
حصولهم على ما كان يطلق عليه « قنبلة الاشعاعات » ، وأنهم
كانوا يضحون بهذه الأرواح كسبا للوقت لاستخدامها . لم
يكن يعلم آنذاك أن الهجوم لم يكن الا قرارا يائسا من هتلر
شخصيا .

واستنتج آينشتين من فشل الهجوم أن النازيين لم
يحصلوا على القنبلة ، ولكن خطر قنبلة أمريكية كان قائما .
وعندما أقيمت بالفعل على هيروشيما ، تحققت أسوأ
مخاوفه . كان الخوف من القنبلة ، سواء فى أيدي
الديمقراطية أو الدكتاتورية ، يجرم ثقيلًا على ضميره .
ليس لأنه حث وزفقت فى عام ١٩٣٩م على انتاجها خوفا من
سبق النازيين فى ذلك ، وليس بسبب أنه بكل حسن نية

وضع المعادلة الشهيرة $ط = ك \times ج^٢$ ، لا ، ليس لهذه الأسباب ، ولكن لشعوره بأنه شخص يحظى بمثل ما يحظى به من وضع ، وبالتالي فإن عليه التزاما أخلاقيا باستخدام نفوذه الى أقصى مداه لمحاولة انقاذ الجنس البشرى من الولايات التى لم يكن العالم ، رغم هروشيما ونجازاكي ، ملما بها تماما .

وحيث أمكنه ، وكانت فرصه كثيرة بحكم كونه شخصا عالميا ، كان يحذر بكل ما وسعه من المخاطر المرتقبة ، ويدعو بحرارة لحكومة عالمية . وعندما تجمع علماء الذرة لتكوين لجنة (طوارىء) ، طلبوا منه أن يرأسها ، باعتبار أنه أشهرهم جميعا ، رغم رفضهم لأفكاره عن ميكانيكا الكم وأبحاثه عن المجال الموحد . وقد قبل بلا تردد ، وكان ذلك راجعا لحاجتهم لاهتمام الرأى العام والشخصيات البارزة ، وللأموال لتنفيذ واجباتهم الاعلامية الهائلة لنشر الادراك بين الناس لأشياء مبدئية ، منها أن أمريكا ليست لها القدرة على احتكار أسرار القنبلة الذرية ، وأن الآخرين لا بد وأصلون لها . وأن الهيكل السياسى الحالى للعالم قد تخطاه الزمق . وبفضل اسم آينشتاين السعوى تمكن من الدعوة للدعم المالى واضفاء وضعية متميزة جذبت الانتباه .

فى مثل هذه النشاطات ألقى بنفسه ، ونادى بحساس لانشاء قوة عسكرية دولية لحفظ السلام بين الدول ، وكانت هذه الفكرة فى نظر الكثيرين أملا بعيد التحقيق . وقد سبق اقتراحها فى ظروف أقل خطورة ، ولكنه بلا جدوى ، فما فرص نجاحها الآن ، حتى فى ظل احتمالات الفناء هذه ؟ لقد كان مقتنعا بأنه بدون هذا الشكل من السلطة فلا أمل للبشرية .

وبالإضافة لذلك ، فقد كانت تحت هذه المجهودات التي لا تفتقر في التحذير من الكارثة إذا ما ظل العالم منقسما على نفسه ، أشباحا لا تهدأ . فأينشتين الذي دعا بحرارة الى التعايش وتسوية الخلافات في أعقاب الحرب الأولى ، والذي ضاق ذرعا بأولئك الذين ظلوا متمسكين بالمرارة حيال أعدائهم ، هو نفس الرجل - ولكن أينشتين آخر - الذي لم يغفر أبدا للألمان ما ارتكبوه من فظائع ضد اليهود ، وحتى في عام ١٩٣٣ م ، عندما استقال من الأكاديمية البروسية التي وجهت اليه اتهامات كاذبة ، كتب لبلاك :

« خلال هذه السنوات قد شرفت وعززت من مكانة ألمانيا ولم أسمح لنفسى بالانسياق في الهجوم الذي تعرضت له ، خصوصا في السنوات الأخيرة عندما لم يعن أحد بالدفاع عني - أما الآن ، فإن ما يتعرض له رفاقي من اليهود من حرب إبادة (تذكر أن ذلك كان في عام ١٩٣٣ م) تجبرني على استخدام كل ما أملك من نفوذ بالنيابة عنهم أمام العالم » .

وعندما دعي في ١٩٤٦م للعودة للانضمام للأكاديمية البافارية رفض قائلا : « لقد ارتكب الألمان مذابح ضد اخوتي من اليهود ، ولن تكون لي بهم علاقة على الإطلاق » . وفي ١٩٤٩م عندما طلب منه إعادة الرابطة بمعهد القيصر ويلهلم الذي تغير اسمه الى معهد بلانك ، رفض أيضا قائلا :

« ان الجرائم الألمانية هي بحق أكثر الجرائم فظاعة في تاريخ الأمم ، ولقد كان تصرف المثقفين الألمان بشكل جناعي ليس بأفضل من تصرف العوام ، وحتى الآن ليس هناك أدنى دليل على الأسف أو رغبة حقيقية في اصلاح ما تخلف عن هذه الجرائم المهولة . وعلى ضوء هذه الظروف أجد في نفسي

عزوفنا عن المشاركة فى أى شئ يمثل وجها من أوجه الحياة العامة فى ألمانيا » .

وفى عام ١٩٥١م ، وبعد أن رفض بحزم دعوات أخرى ، رفض أيضا أن ينضم الى قسم السلام فى المنظمة البروسية وكتب :

« بسبب الجرائم الجماعية التى ارتكبتها الألمان فى حق الشعب اليهودى ، فمن الواضح أنه لا يمكن لليهودى يحترم نفسه أن يرتبط بأى شكل بأية منظمة ألمانية رسمية » .
ولم يلبس موقفه هذا حتى نهاية حياته .

ولكن رغم أن جزءا منه كان متأثرا بالماضى ، وتنتابه الهواجس حول مصير البشرية فى العصر الذرى ، فقد ظل مستمتعا بحياته وقائما بها ، وعلى سلام داخلى مع نفسه ، مع صراعه فى ايجاد نظرية للمجال الموحد . وقد سبق لنا عرض بعض مجهوداته ، ولكى نورد هنا بعضا آخر نحكى عن نظرية نشر عنها بحثا فى عام ١٩٤٥م ، ظل منكبا عليها يتناولها بالتعديلات طيلة السنوات المتبقية من حياته . كانت شقيقة لنظريته عام ١٩٢٥م ذات المعامل g_{uv} غير المتماثل ، ذى الست عشرة كمية ، عشر منها للجاذبية وست للكهرودمغناطيسية ، وعلى ذلك فقد كانت كلماته وقتها تحمل شيئا من النبوءة حينما هتف قائلا : « أعتقد أننى وجدت الحل الصحيح » .

ليس من الممكن تبسيط هذه النظرية النهائية ، وليس من شكل تصورى يمكن أن يساعدنا ، فهى قمة فى التركيز

الرياضي • وعلى مدى السنوات وخلال عمله منفردا أو بمعاونة الآخرين تغلب آينشتاين على الكثير من الصعاب ، ولكن ليجد المزيد في انتظاره • ولقد بين العديد من الباحثين ، ومنهم انفلد ، أن معادلات المجال : أدى الى حركات غير صحيحة بشكل جلي ، والجسيمات المشحونة تتصرف كما لو كانت غير مشحونة • وبرغم ذلك ظل آينشتاين مخلصا لتلك النظرية • لم تكن معادلات المجال بالضرورة في صورتها النهائية • اضافة الى أن آينشتاين كان ولوقت طويل يبحث عن وحدة أعمق ، وحدة المجال والمادة لأنها رغم أنها مرتبطة ظلت حتى ذلك الحين أشياء من أنواع مختلفة في الأساس • وفي النظرية النسبية العامة نجد أن معادلات المجال تفقد نقاءها في المواضيع التي تحتلها المادة • وكما أشار آينشتاين لم تكن هناك طريقة للاحتفاظ بتلك النظرية بدون مفهوم المجال ، وقال بأن المرء عندما يؤمن من قلبه بالفكرة الأساسية لنظرية المجال ، عندها لا تصبح المادة متطفلة ، وانما جزم ذو شأن من المجال ذاته • وبالطبع يمكن أن يقال انه أراد أن يبني المادة من لا شيء سوى تلافيف الزمكان • وفي نظريته الجديدة كان يبحث عن معادلات للمجال لا تفقد نقاءها حتى في تلك المواقع التي تدخل المادة فيها ، وكان يأمل أن تتصرف المادة في تلك المواضيع كتحوصل للمجال • كما كان يأمل أيضا أنه بالاصرار على حلول نقية للمجال ، وبالمعنى الاصطلاحي حلول دون « نقاط شذوذة ، أو تفرد singularity » (٢٢) ، سوف تظهر المحددات التلقائية مرتبطة بوجود الذرات والكوانتا • بالنسبة لمعظم الفيزيائيين كان الاحتمال بعيدا ، حتى مع ناحية المتبدأ • ومن الناحية

(٢٢) نقاط اللانهاية أو هم الاتصال في المعادلات الرياضية - (المراجع)

العملية كانت الصعاب الرياضية تتراكم . لنفرض أنه توصل لمعادلات المجال المناسبة ، فكيف سيتمكنه أن يصل للحلول المطلوبة خالية من نقاط الشذوذ ؟ لقد كان يعلم أنه لا توجد طريقة قياسية معروفة قابلة للتجربة ، ولكنه ظل يكافح كالمستميت قائلاً : « انى فى حاجة للمزيد من الرياضيات » .

وفى زيورخ عام ١٩٤٨م توفيت زوجته الأولى «ميليفا»، وبذلك قطعت إحدى الروابط بالماضى . أما صحة أينشتاين نفسه فكانت تدعو للقلق ، وبنهاية العام أجريت له عملية جراحية فى بطنه ، ورغم قضائه فترة النقاهة فى فلوريدا ، فقد ظلت صحته هزيلة . ولكنه عاد بأسرع ما يستطيع لبرنستون ، وكان ذلك بسبب احتياجه ليكون قريباً من «مايا» شقيقته . وكانت قد زارته فى ١٩٣٩م ، وظلت هناك بسبب الحرب ، وفى مايو من ١٩٤٦م تعرضت لأزمة قلبية أدت الى الشلل . ولكنها ظلت على قيد الحياة حتى يونيو ١٩٥١م ، وقد كتب أينشتاين لابن عم له بعد ذلك بقليل :

« خلال الأعوام الأخيرة كنت أقرأ لها كل مساء من أجمل الكتب مع الأدب القديم والحديث . ومع العجيب أن ذكائها لم يتأثر برغم المرض المتزايد ، ومع قرب النهاية لم تصدق قدرة على الكلام المفهوم ، اننى أفتقدها بشكل لا يمكن تصوره ، ولكنى سعيد أن ألامها قد انتهت » .

كانت تلك السنوات مع القراءات المسائية للأعمال العظيمة لشقيقته المشرفة على الهلاك رجع الصدى للأكاديمية الأولية المرحمة ، حيث كانت الكتب العظيمة تقرأ أيضاً .

وفى زيارة لباريس تقابل هايشت وسولوفين ، وكان ذلك فى ١٢ من مارس ، قبل عيد ميلاد آينشتين الرابع والسبعين بيومين . وعندما هاجت شجونهما لذكريات الأيام الخوالى فى برن قبل نصف قرن ، قام الرجلان بإرسال بطاقة بريدية تحمل صورة كنيسة نوتردام معنونة بالفرنسية « الى رئيس الأكاديمية الأولمبية ، ألبرت آينشتين ، برنستون ، نيوجرسي ، الولايات المتحدة » وقد تسلمها بالطبع ، ومن بين الكثير من البطاقات المتكدسة كان هذان الخطابان المليئان بالحنين ، مكتوبين بالألمانية :

« الى المحترم رئيس أكاديميتنا ، فى غيابك ورغم أن مقعدك محجوز ، عقد اجتماع حزين رصين لأكاديميتنا ذات الشهرة العالمية - هذا المقعد المحجوز الذى نحتفظ به دافئاً دوماً ينتظر ، نعم ينتظر ، وسيظل ينتظر حضورك - هايشت » -

« وأنا أيضاً يا سيدى العضو الأول المبرز لأكاديميتنا المجيدة ، أجد صعوبة كبيرة فى حبس دموعى عندما أرى هذا الكرسي الشاغر الذى كان يجب أن تظل تحتله ، ولذا لا يتبقى سوى أن أبعث عظيم اجلالى وتحياتى القلبية - سولوفين » -

ورغم أنه كان معتل الصحة ، الا أنه لم يفقد حسه الفكاهى ، وفى فكاهة رصينة لا تخفى حنينه للماضى كتب فى الثالث من أبريل :

« الى الأكاديمية الأولمبية الخالدة : فى حياتكم القصيرة العافلة آيتها العزيزة تمتعتم بكل ما هو ذكى ولماح - لقد أسسك أعضاؤك حتى تسخرى من شقيقاتك الأكاديميات

الأخريات الراسخات ، وقد تعلمت بمرور السنين من المراقبة
الدقيقة ما فعلته هذه السخرية .

لقد أثبتنا نحن الأعضاء الثلاثة علي الأقل طاقة علي
الاجتماع ، ورغم أننا أصابنا العطش إلا أن لمحات من اشغاككم
تنير عزلتنا ، لأنكم بعكسنا لم تشيخوا وتصبحوا رأسا عجوزا
من الخس .

لكم اخلاصى وحبى حتى النفس الأخير .

١٠١ . حاليا ليس الا عضوا منتسبا .

لقد فعلت السنون فعلها الحتمى ، وقد سبق ذلك أن
كتب الرجل للملكة الأم في بلجيكا :

« يبدو أننى وبرغم رغبتى الشديدة لن أرى بزوكسل
مرة أخرى ، وبسبب شعبية خاصة اكتسبتها فإن كل ما أفعله
يتحول الى كوميديا مضحكة ، وهذا يعنى أنه يتجتم علي أن
أظل قريبا من بيتى ، فلا أغادر برنستون إلا نادرا . لقد
سئمت من التسكع ، ومع مرور السنين لم يعد محتملا أن
أستمع على الدوام لنفسى . أمل ألا تكونى قد تعرضت لنفس
الموقف . ما تبقى لى هو العمل الذى لا يهدأ ، والمشاكل
الملمية الصعبة ، وسيظل هذا العمل يأمر لى حتى الرمح
الأخير » .

وفى يونيو عام ١٩٥٢م كتب لابن عمه :

« فيما يتعلق بعملى فلم يعد الانجاز كبيرا ، لم أهدأ أحقق
الكثير من النتائج ، وعلى أن أقنع بدور رجل الدولة المعجوز ،
أو القديس ، وعلى الأخص الدور الأخير » .

وبالفعل ، وبعد وفاة حاييم وايزمان طلب منه أن يخلفه فى رئاسة الدولة اليهودية ، ورغم تأثره البالغ بهذا المرض ، فقد اعتذر بلطف بدعوى أنه يفتقد للقدرة والتجربة اللازمتين ، وأضاف : « اننى لمستاء ، فقد أصبح ارتباطى بالشعب اليهودى هو أقوى الروابط الانسانية لى ، ومنذ ذلك الحين أصبحت مدركا للوضع المزعزع لنا بين دول العالم » .

وقد كتب فى عام ١٩٥٤م للملكة الأم فى بلجيكا : «لقد أصبحت ولدا مزعجا فى موطنى الجديد لعدم قدرتى على السكوت ، وابتلاع كل ما يحدث » .

كان ذلك فى جانب منه راجعا لكون السيناتور جوزيف ماكارتى يعصف بالحريات ويدمر حياة حتى البارزين من رجال المجتمع بدعوى مقاومة الشيوعية ، وفى هذا المناخ المحموم تحدث آينشتين بكل شجاعة عن تهديد ذلك للحرية الثقافية ، وبسبب مناصرته لقضايا على غير هوى الجماهير ، كان هو نفسه عرضة للهجوم من قبل بعض الأمريكيين . وعندما قبل انقلد وظيفة جامعية هامة فى وطنه بولندا ، ورغم أنه لم يكن له دور فى صناعة القنبلة الذرية ، هاجت الصحافة بشكل غير معقول بزعم أنه سوف ينقل الأسرار النووية للشيوعيين ، وقد تحول هذا الأمر بصورة ما لغير مصلحة آينشتين .

وفى ما بين ١٩٦٥-١٩٦٧م نشر الروس الأعمال الكاملة لآينشتين فى أربعة مجلدات ، وهو تجميع فريد من نوعه ، ولكن قبل ذلك لم يكن الشيوعيون الرسميون فى موقف محدد من النظرية النسبية ، وفى عام ١٩٥٢م هاجم أحد الأكاديميين

الروس النظرية باعتبارها مناهضة لمبدأ المادية الجدلية الذي هو الأساس الفلسفي للشيوعية . وقد أنهى باللائمة على بعض العلماء الروس لدفاعهم عن النظرية . وعند تسلمه خطابا بهذا الشأن أجاب بدعائه الممهودة أن ذلك قد رفع من روحه المعنوية بشكل ملحوظ . ولكنه بعد أن ضاق ذرعا بالقيود على حرية الفكر والقول في روسيا كتب البيان المبدئي التالي ، والذي نشر في عام ١٩٥٣ م : « في مملكة الباحثين عن الحقيقة لا توجد سلطة عليا ، وكل من تسول له نفسه أن يلعب دور المحكم يستحق سخرية الآلهة » . كما كتب هذه الأبيات اللاذعة التي لم يقدر لها أن تنشر :

حكمة المادية الجدلية

بالجد الذي لا يقارن

ألم تر أخيرا الحقيقة ؟

يا لك من أحمق ، لتجهد نفسك حتى الموت

فحزبنا يقدم الحقيقة بالقرارات !

هل يجد شخص شجاعة على الشك ؟

فيتلقى جائزته على أم راسه ،

ليتعلم درسا لم يره من قبل

كيف يعيش معنا في وفاق .

وفي أمريكا وسط المخاوف من القهر المكارثي ، طلب

أحد المدرسين المطلوبين للشهادة أمام لجنة تحقيق تابعة

للكونجرس مشورته ، فكتب هذه الكلمات الصريحة المدوية :

« يواجه المثقفون في هذا البلد مشكلة خطيرة للغاية » ،
فقد نجح سياسيون منفعلون في زرع بذور الشك في
المجهودات الثقافية لدى العامة ، وذلك بالتلويح لهم بخطر
غير موجود ، وهم الآن يصدد قهر حرية التعليم وحرمان كل
من ليس قابلا للخضوع بفقد وظائفهم ، وبمعنى آخر بالموت.
جوعا .

ماذا يمكن لأقلية المثقفين عمله ازاء هذا الشر ؟ بصراحة .
لا أجد الا الطريقة الثورية بعدم التعاون بمفهوم غاندى .
كل مثقف يطلب منه القول أمام احدى لجان المجلس عليه أن
يرفض الشهادة ، أى أن عليه أن يعد نفسه للسجن والتعطيل
الاقتصادي ، وباختصار التضحية برفايته الشخصية من أجل
صالح الثقافة لهذا البلد . . هذا ويجب أن يكون رفض
الشهادة قائما على التأكيد بأنه من المشين بالنسبة لمواطن
لا ناقة له ولا جمل أن يرضخ لمثل هذه الاستجابات ، فمثلا .
يخالف روح الدستور .

واذا كان هناك غده كاف من الناس على استعداد لاتخاذ
مثل هذه الخطوة الصعبة ، فسوف ينجحون . واذا لم يحدث ،
عندئذ لا يستحق مثقفو هذه الأمة ما هو أفضل من العبودية
التي أعدت لهم » .

في تلك الأيام كان من الخطورة كتابة مثل هذا الخطاب ،
ولكن أينشتين أضاف حاشية أنه لا حاجة لاعتبار هذا الخطاب
مريا ، وبذلك ، وبحكم كونه من يكون ، تحول الخطاب الى
اعلان عام دوت أصداؤه في أسمع العالم .

صحيح أن انتصارات ميكانيكا الكم الحديثة تعدت في
عندها ودقتها النظرية النسبية الفامة . ولكن رغم أنها

كانت نتاج فكر عدة عقول، فإن اسهام آينشتين فى تطويرها كان فى حد ذاته هائلا . والأكثر من ذلك أن النظرية النسبية الخاصة تلمب دورا بارزا فى أبحاث النكم الحديثة . أما بالنسبة للنظرية النسبية العامة العملاقة فقد كانت - من وجهة نظر هامة - من نتاج فكر رجل واحد ، ولذا قلنى تمتبر من أعظم الانجازات العلمية على مدى تاريخ العلم فى كل العصور . وإيا كان ما يخيوه القدر فستظل نظرية آينشتين للنسبية آمنة . فرغم أن كل النظريات يمكن أن تموت ، إلا أن العظيمة منها ، مثل كل التحف الثمينة ، تحتفظ بمغلبتها على الدوام .

وفى « ملاحظاتى على السيرة الذاتية » ، وعندما تحدث عن النظرية ، كان عليه أن يقص عن المصاعب فى النظام النيوتونى ، وفجأة توقف ليخاطب نيوتن مباشرة :

« كفانا من هذا . سامحنى يا نيوتن ، لقد توصلت الى الفيزيق الوحيد المتاح أمام رجل على أقصى قدر من الذكاء والابداع . وتغل المفاهيم التى وضعتها منسيطرة على فهمنا ، رغم أننا ندرك الآن أن علينا أن نستبدل بها مفاهيم أخرى بعيدة عن مجال التجريب المباشر ، إذا ما كان يتبغى علينا التوصل لفهم أكثر رسوخا للطريقة التى تترابط بها علاقات الأشياء » .

أى رجل هذا الذى يخاطب نيوتن بمثل هذا القول غبر القرون الطويلة ؟ هو رجل متواضع وبألغ البساطة احتفظ ببراءة الطفل ودهشته . ويتبذى احسان آيتشتين بالغموض والمباشرة فى هذه الكلمات التى كتبها للملكة الأم فى بلجيكا

عام ١٩٣٩م : « أشعر بالعرفان تجاه القدر الذى جعل من الحياة تجربة مثيرة بحيث بدا أن لها معنى » يدا أن ، تلك كانت كلماته .

ولكننا يجب ألا نترك مثل هذه الأفكار الرصينة تخفى الاحساس بالمرج الخاص الذى يتجلى فى ضحكاته المجلجلة ، وحبه للأدوات الميكانيكية المسلية ، ومعينه الذى لا يتضب من الشعر الهزل ، وميله الفطرى للشيطنة . فعلى سبيل المثال ، عندما بعث بأحدى صوره لصديق قديم ، كتب هذه السطور :

تأمل صديقنا العجوز كما يبدو الآن

لعل الرعب يطيح بسلام نفسك

ولكن تذكر : المهم هو المضمون

وعلى العموم ، فاية أهمية لذلك ؟

كان متمردا بطبيعته ، ومستمتعا بكونه غير تقليدى أو عادى . كان يلبس ما يريعه ، وليس ما يسر الآخرين ، كانت المظاهر لا تشغله ، فقد كانت تسبب بالنسبة له عرجا لا معنى له . كان ينتشد البساطة فى كل شيء ، وكان الفلم هو غرامه المتدفق ، ومن بعده الموسيقى . وتعنكى أخشه عن توقفه المفاجئ عن اللعب ليهتف : « وجدتها ! » وكانت كمانه ، كعلمه ، رفيقه الدائم ، يصحبها فى حله وترحاله . وأيا كان ما يفعله ، فقد كان العلم خاضرا فى ذهنه على الدوام .

حينما كان يقلب الشاي ، لاحظ أن أوراقه تتجمع فى المركز وليس على الحواف ، ووجد السبب ووظفه بشكل غير متوقع بشيء بعيد تماما ، المستازات المتفرجة للأنهار . وحينما

كان يسير على الرمال ، انتبه لشيء نمر عليه من الكرام ، أن الرمل المبلل تكون الآثار عليه أكثر ثباتا من الرمل الجاف ، وقد وجد التعليل العلمى لذلك .

كان ينظر للموسيقى نظرتة للعلم ، ساعيا فى كليهما الى البساطة الطبيعية قبل كل شيء . وكان موزارت هو نموذجة المثالى . وحين كان يقال له ان بيتهوفن أعظم منه كان يعلق قائلا : « كان بيتهوفن يضع موسيقاه ، ولكن موسيقى موزارت من الصفاء بحيث تبدو وكأنها موجودة فى الكون منذ الأزل ، تنتظر من يكتشفها » . وفى تعبيره عن الخراب الذى يحل بالعالم نتيجة للحروب الذرية ، كان يقول : ان العالم لن يكون قادرا على سماع موزارت .

وكان يعتبر شهرته العالمية كثقة مهيبة — منحة من القدر — يجب أن تستثمر للمصالح العام . كان يعلم جيدا ثقل ووزن اسمه ، فدافع بحرارة عن قضية الحرية الانسانية ، وقد حال ضميره بينه وبين التنصل من دعم القضايا العادلة .

وتحكى نوادر عديدة عن جانبه الانسانى . يحكى شتراوس عن اعتذاره لقطه المذعور من انهمار السماء بالمطر قائلا : « أنا أدري مشكلتك يا عزيزى ، ولكن للأسف ما باليد حيلة ازماعها » .

وعندما أنجبت قطة شتراوس ، كان أينشتين حريصا على رؤية جرائها ، ولندع شتراوس يكمل القصة :

« عاد أينشتين معنا للمنزل ، وأخرجه أن يجند أغلب الجيران من العاملين بالمعهد ، فقال : « لنسرع ، هنا كثير ممن

اعتذرت عن دعواتهم ، وارجو ألا يعلموا أنني جئت الى هنا
لزيرة القطط » .

وكانت لديه موهبة اشعار ضيوفه برفع الكلفة ، ليس
بالكلمات ، وانما بتصرفاته . لم يكن محتاجا لاشاعة جو
السيطرة عليهم ، ولم يكن راغبا في ذلك . كان لديه من
التواضع والتلقائية لدرجة أن الضيف لم تكن لديه فرصة
ليشعر بالاهتمام المبالغ فيه به ، فالمبالغة لم تكن أبدا مقصودة
من جانبه . لم يكن لديه ذلك الأدب المتعمد لمجيدى اظهار
الصدقة المحسوبة بين الرجال ، فهو لم يكن كغيره من الرجال ،
كانت له مواطن ضعفه البشرى ، ولكن كانت العظمة تشع
من حوله بسبب بساطته وتواضعه .

وعن القضايا العامة كان يتكلم ببساطة وبلا خوف ،
كأنبياء الكتاب المقدس ، لأنه كان مهوما بقضايا أشقائه
من البشر . ومع ذلك فقد كتب قائلا :

« ان حسي العميق بالعدالة الاجتماعية والمسئولية
الاجتماعية كان متعارضا على الدوام بشدة مع غياب الاحتياج
للاتصالات المباشرة مع الآخرين من البشر أو المجتمعات .
فانا بحق « مسافر وحيد » ، ولم أكن أبدا ملكا خالصا لوطن
أو بيت أو أصدقاء أو حتى أسرة ، فحيال هذه الروابط لم
أفتقد أبدا الاحساس بالتباعد والعزلة ، وهو ما تزايد مع
الأيام » .

لقد كتب هذا عام ١٩٣٠ م ، وظل صحيحا طيلة حياته .
ومع ذلك ، فلم يجد سعادته في عمله فقط بل أيضا في
تقدير العلماء له . وقد كتب للجمعية الملكية الفلكية التي
منحته ميداليتها عام ١٩٢٥ م :

« من امكنه ان يجد فكرة تمكثنا من الفوصى ولو خطوة صغيرة فى المضلة الأزلية للطبيعة فقد منح بركة كبيرة ، أما من يتمتع فوق ذلك بالاعتراف والتعاطف والعمون لغيره فقد حاز سعادة لا يصل إليها بشر » .

ولقد ترك لنا ملامح من ذاته الداخلية ، ولكننا لا نستطيع ان نترجمها إلا من واقع تجاربنا نحن وليس تجاربه . فهو قد كتب مثلاً ذات مرة : « ان أجمل التجارب على الإطلاق هى مواجهة الغموض ، انها العاطفة الأساسية التى تقف على الحافة بين الفن الحقيقى والعلم الحقيقى » . وحتى لو عرفنا نحن نشوة الفن الخلاق أو التصوف الدينى ، فلن نحس بإحساسه الا بصورة باهتة . فراء كلماته تجربة فريدة لا يعرفها سواه . لقد كان فى أعماقه فناً يستخدم العلم كمادة لفنه . كما كان يتصرف كمن به مس ، فما أن تتملكه فكرة حتى ينكب عليها حتى الانهيار . واذا ما كانت الفكرة مستعصية ، فهو لا يفتأ يهود إليها المرة تلو الأخرى ، وعاما بعد عام فى اضطراب عتيد ، وكان يستخرج من يخبذ فى مثل هذا العمل العقلى محض متعة ضيقانية ، قائلًا : « ان من يثق لذته لا يملأه على الإطلاق » .

كانت المتعة موجودة ، وبوفرة غير عادية ، ولكنه كان يعمل لأنه لم يكن يملك غير ذلك . لقد كان تحت رحمة دوافع لا تعرف الرحمة . وقد كتب لسيدة أرسلت له قصيدة فى عيد ميلاده الواحد والسبعين :

« كلما حل يوم عيد ميلادى المعنوم ، انتابتنى احسان مزعج . فطوال تلك السنين أرى نفسى تحت النظرات النارية

المقرعة للنبوة المجنحة sphinx (٢٢) تذكرنى بلا هوادة بمنا
استغلق قهقهة - ثم يأتى اليوم اللعين الذى أجند فيه الحب
الذى غمرتني به رقائى من البشر يخيلنى الى حالة من المعجز
المطبق - فالنبوة المجنحة لا تعطينى لحظة أخلو فيها لنفسى ،
بينما يزعجنى ضميرى لمجزى عن الوفاء بمقابل كل ذلك
الحب ، حيث أفقد الحرية والاسترخاء » .

وفى مناسبة أخرى استخدم تمثيلا مختلفا ، فى شكره
لهيرمان بروخ على كتابه عن فيرجيل عام ١٩٤٥م ، عبر آينشتين
عن نفسه متقمصا شخصية فاوست : « لقد قتننى شاعرك
فيرجيل ، واقاومه بكل ما فى استطاعتى - لقد أظهر فى
الكتاب بجلام ما الذى أفلت من قبضته عندما وهبت نفسى
قلبا وقالبا للعلم ، الهروب من «اننى» و «اننا» الى «انه» » .

ولقد حاول أن يصف طريقة تفكيره ، قائلا ان الجزء
الرئيسى منه كان تلاعبا « غامضا شيئا ما » على « المنظور »
و « المحسوس » ، ثم يتلو ذلك البحث المضى عن الكلمات .

ما الذى يمكن أن نخرج به من كل ذلك ؟ السنا مثل
الأعظم الذى يحاول استيعاب نسيئقونية ؟ على سبيل المثال ،
فى مارس عام ١٩٤٩م عقدت ندوة ودية فى برنستون على
شرف عيد الميلاد التسبىحى له ، أعطى فيها القوائم المتبرزون
شهادات فى فروغ العلم المختلفة عن إنجازاته ، ولكن أكثرها
حفاوة جاء عفويا وبلا اعداد سابق . فبينما كان رابى

(٢٢) كائن خرافى مجنح لها الميثولوجيا الاغريقية ، له جسم اسد ورأس امرأة .
كان يسأل المارة المأزاة ويقتل من لا يعرف القتل ، ويقتل نفسه حين تمكن اوديب من حل
اللفز الذى وجهه له - (المراجع) .

I-Rabi - الحائز على جائزة نوبل - يلقى محاضراته المكتوبة ،
توقف فجأة مدركا عجزه عن أن يصف العبقرية السحرية
لآينشتين ، فصمت برهة ثم أشار لساعة معصمه قائلا : « لقد
بدأ كل شيء من هذه » .

ولنسمع الآن من آينشتين ، في رده لسولوفين على تهنيئته
له بالميد السبعيني :

« لعلك تتصور أنني أستعبد ما أنجزته من أعمال برضا
هاديء ، ولكن على القرب يبدو الأمر على خلاف ذلك .
فلا يوجد مفهوم تمرضت له يقف الآن على أرض صلبة ،
وبشكل عام لست واثقا ان كنت على الطريق الصحيح » .

وليس في هذا الكلام أى تواضع مصطنع . كان آينشتين
مدركا لأهمية أعماله ، ولكنه كان أيضا على علم بنقاط
الضعف فيها . ومن يمكنه ذلك أفضل منه ، وهو الذى قلب
الصرح النيوتونى رأسا على عقب ؟ ولنتذكر قول نيوتن في
أواخر أيامه :

« لست أدري كيف أبدو في أعين العالم . ولكنى أمام
نفسى لست أكثر من صبي يلعب على شاطئ البحر ، منشغلا
بين الحين والآخر بحصاة أكثر نعومة أو صدفة أكثر غرابة ،
بينما محيط الحقيقة يمتد من ورائى لم يكتشف بعد » .

وبحلول أواخر عام ١٩٥٤م كان وأهنا معتلا ، وكان
يعلم أن آخر أيامه ليس بالبعيد . وتحدث مرارا عن الموت
كراحة ، كما كتب في ٥ فبراير من عام ١٩٥٥م : « لقد
صرت أنظر للموت كدين قديم ، حان أخيرا ميعاد استحقاقه » .

ولكن كان عليه أن يكابد العزن مرة أخرى قبيل أن يفادر الحياة ، ففي مارس عام ١٩٥٥م توفي صديقه ميشيل بيسو ، وقد كتب لابنه وابنته هذه الكلمات :

« لقد نشأت صداقتنا أثناء سنوات الدراسة في زيورخ ، حيث كنا نتقابل بانتظام في الأمسيات الموسيقية . وفيما بعد اجتمعنا سويا في مكتب براءات الاختراع ، وكان لمناقشاتنا خلال طريق العودة للبيت سحر لا ينسى . وها هو قد سبقني بفترة وجيزة في وداع هذا العالم الغريب ، وهذا لا يعنى شيئا ، ان التمييز لدينا ، نحن الفيزيقيين المؤمنين ، بين الحاضر والماضى والمستقبل ليس الا وهما ، وإن كان وهما عنيذا » .

وبالفعل فقد سبقه بيسو بفترة وجيزة ، فبعد عدة أسابيع فقط كان على آينشتين أن يودع عالمنا . ولكن في هذه الأثناء ، كان ما يزال هناك ما يجب عمله . كان الفيلسوف البريطاني برتراند راسل الذي أزعجته الأسلحة الذرية يعد بيانا تحذيريا ليوقعه أبرز علماء العالم ، وقد أثقل على آينشتين بطلب معونته في هذا الصدد ، وهو ما لم يتأخر عنه بالفعل ، فقد كتب لبوهر رسالة بدأها بهذه الرسالة : « لا تجفل ، فهذا الخطاب لا علاقة له بخلافنا القديم في الفيزياء ، ولكن حول موضوع نحن متفقون فيه تماما » . وقرب نهاية الخطاب كتب هذه الكلمات المعبرة :

« الأمور في أمريكا معقدة بحقيقة أن أغلبية العلماء الذين يحتلون مناصب رسمية يبدو أنهم عازفون عن الانخراط في هذه المغامرة » . وإن مشاركتي قد يكون لها أثر

فى الخارج ، ولكن ليس هنا ، حيث أعتبر « النعجة السوداء »
(وليس فقط فى المسائل العلمية) .

وكان البيان الذى طال انتظاره ، بيان آينشتين - راسل ،
والذى نشر بعد موت آينشتين ، يبدأ بالسؤال المباشر : « هل
نضع نهاية لجينسنا البشرى ، أم أن على العالم أن يدين
الحروب ؟ » وقد وقعه أحد عشر رجلا ، ليس من بينهم بوهر ،
الذى كان من ضمن من اعتبروا البيان ، ربما بواقعية تفوق
ما لدى آينشتين وراسل ، بادرة غير ذات جدوى : إلا أن
آينشتين لم يكن يستطيع البقاء ساكنا فى الأيام الباقية له .
فبسبب البيان عقدت سلسلة من المؤتمرات الدولية حول
السيطرة على الأسلحة الذرية ، وهو مجهود لم يكن بالمرة بغير
جدوى .

كان توقيع على البيان آخر عمل مكتمل فى الحياة
العامة . وكان قد طلب منه قبل شهر وبحلول سبع سنوات على
قيام اسرائيل كلمة تذايع بهذه المناسبة ، ولكنه أثر أن
يتعرض للموضوع من خلال مسألة السلام بمفهومه الشامل ،
بين العرب واسرائيل . وفى ١١ أبريل وأيضاً ١٣ منه ،
ورغم اعتلال صحته ، اجتمع بالمسؤولين الاسرائيليين ، ولكن
الالام هاجمته فى ذلك اليوم ، ونقل يوم الجمعة التالى ، يوم
١٥ أبريل الى المستشفى ، وكان يعلم أنها النهاية . وقد
وينح يحنان خلال أتيه أحد المقربين منه قائلاً : « لا تحزن
هكذا ، فكل انسان له أجله » ، وقد تسامع عن الموت ، هل هو
منغيف ، ولكن الأطباء لم يقدموا اجابة . وقد خفت آلامه
مع العلاج ، وفى يوم السبت طلب نظارته ، وفى الأحد طلب
حساباته الرياضية ، وملاحظاته من بيان اسرائيل . وقد

حضرت اينته مارجوت التى كانت مريضة بالمستشفى لزيارته ، ولكنها لم تعرفه فى البداية لما ألم به من ضعف وهزال . كما حضر ابنه الأكبر من كاليفورنيا ليكون بجانبه ، وكان أوتو ناثن صديقه القديم ومستشاره الموثوق به الى جوار سريريه حتى الساعات الأخيرة .

وقبل ذلك بماين كان قد كتب للملكة الأم بيلجيكا :
« الشيء الغريب فى التقدم فى العمر هو أن التمييز المألوف بين « هنا » و « الآن » يفقد ببطء ، ويشعر المرء بالتحول نحو اللانهاية وحيدا تقريبا . لم يعد هناك خوف أو أمل . لا شيء غير المراقبة » . وبعد تسعة أشهر وفى كلمات تردد رأيا لأحد المؤمنين الأوائل بالذرة ، وهو الشاعر الاغريقى لوكريتيوس ، كتب آينشتاين يقول :

« ان الخوف من النهاية شيء عام بين البشر ، وهو أحد وسائل الطبيعة فى الحفاظ على النوع ، ولكن التمعن المنطقي بين أن هذا الخوف هو أكثر صوره غير المبررة ، حيث انه ليس من خطورة على شخص مات أو لم يولد بعد . وباختصار فهو خوف غبى وان يكن لا حيلة ازاله » .

والآن ، وعندما كان الأجل ، واجهه بلا وجل ، مرحا شاعرا بالصفاء بروح لا مثيل لها ، ومستعدة للرحلة العظيمة . كان يتحدث بهدوئه ومرحه المعتاد فى المسائل الشخصية والعلمية ، ثم يتحدث بحزن عن أمريكا والآمال المتلاشية فى السلام العالمى ، وعلى هذا الحال قضى آخر ساعات الصحو . وفى مساء الأحد أخذ للنوم ، ثم فى يوم ١٨ أبريل بعد ساعة وبضع دقائق عقب منتصف الليل انفجرت الأوعية الدموية وتوقف القلب .

قبل قرنين ، عندما مات نيوتن ، نعاه العالم ودفن رماده
فى احتفال مهيب فى كنيسة وستمنستر فى قلب لندن ،
بالقرب من أعظم أبناء انجلترا .

وعندما مات آينشتاين ، نعاه العالم أيضا ، ولكنه طلب
ألا تكون هناك مراسم جنازية ولا قبر ولا شواهد ولا تماثيل .
وبهدوء وبحضور بعض المقربين ، حرق جثمانه قرب ترنتون
بنيوجرسى . وبناء على رغبته ، ثم التعامل مع الرماد فى سرعة
حتى لا يوجد مكان ، مهما كان تواضعه ، يمكن أن يكون
مزارا ، ولكن نهر التايم قد فاض وحمل رماده ، حيثما كان ،
الى المحيط العظيم الذى كان نيوتن أيضا يلهو على شاطئه .

ملاحق الكتاب :

الملحق (١)

الأنثروپيا

تعتمد كافة العمليات النافعة في الحياة على تحويل الطاقة ، فالآلة الحرارية يدخل لها قدر من الطاقة المختزنة في الوقود لتحولها لطاقة حركية ، ومولدات الكهرباء تعمل نفس الشيء لانتاج الطاقة الكهربائية ، كما أن الكائنات الحية تستغل الطاقة المختزنة في الغذاء ، والذرات تحتاج لطاقة لتظل متماسكة في جزيئات أو بلورات ، الى آخر ما يمن للانسان من أمثلة .

ومن سنن الله في الطبيعة أن الطاقة المنتجة تكون على الدوام أقل مما استخدم في انتاجها ، ويتمثل الفرق في طاقة مشتتة في أرجاء الكون . وقد تنبه كاليسيوس لهذه الظاهرة في دراسته لسلوك الآلات الحرارية ، والتي تتمثل الطاقة المبددة فيها في التسرب الحرارى ، وتآكل الأجزاء ، وفي الاهتزازات والأصوات ، وغير ذلك من صور فقد الطاقة . ولذلك ، فقد أدخل مفهوم الأنثروپيا كتمبير عن الحاصيلة الكونية من الطاقة المبددة غير القابلة للاستغلال ، وضمناها في القانون الثانى للديناميكا الحرارية ، والذي ينص على أن كافة العمليات الحرارية تتضمن زيادة الأنثروپيا .

ولما كانت الطاقة المبذولة غير قابلة للاسترجاع ، فإن الإنتروپيا هى أيضا تعبير عن اللا انعكاسية *irreversibility* فى عمليات تحويل الطاقة ، ومن جهة أخرى ، فلكون الطاقة المبذولة تكون متشتتة فى الكون ، فإن الإنتروپيا هى أيضا مقياس للعشوائية ، وقد أعطى بولتزمان لهذه الصورة من الإنتروپيا صياغة رياضية ، تعتمد على أن احتمال العشوائية *disorder* هو أكبر دائما من احتمال النظام .

ولما كانت الحصلة الكونية من الطاقة مقدارا ثابتا ، وهو ما يعرف بقانون بقاء الطاقة ، فإن الطاقة المبذولة تكون على حساب الطاقة النافعة ، ويعنى تزايد الإنتروپيا التكهّن بالمصير المحتوم للكون ، وهو ما يعرف بالموت الحرارى ، حين تتحول كل الطاقة الى طاقة مشتتة ، ويستحيل بالتالى القيام بأى نشاط نافع فى الكون .

وإذا كان مفهوم الإنتروپيا قد نشأ فى أحضان الديناميكا الحرارية ، إلا أنه يمتد ليشمل كافة الأنظمة فى الحياة ، فأى نظام كائنا ما كان ، يخضع لظاهرة تزايد الإنتروپيا ، فهذا يعنى للنظم البيولوجية الميل الطبيعى للتحلل والفتاء ، وللنظم عموما ، كتنظيم المعلومات ، أو حتى النظم الاجتماعية ، الميل الطبيعى للتشتت والعشوائية ، كأمثلة على سبيل التمثيل لا الجصر . ولعله لهذا السبب يصعب وضع تعريف جامع مانع للإنتروپيا ، ومن ثم مصطلح مترجم له (٢٤) .

(٢٤) أورد قاموس « المصطلحات العلمية » لدار نشر أكاديميا ترجمة هى « القصور الحرارى » ، وهى توحى بأن مفهوم الإنتروپيا مقصور على النظم الحرارية ، وقد رأينا أن الأمر لم يعد كذلك الآن . أما قاموس المورد فقد اكتفى بشرح لهذا المصطلح ، إلا أنه قصره أيضا على النظم الحرارية .

الملحق (ب)

علم الفيزياء

هى

نهاية القرن العشرين

أسدل الستار على القرن التاسع عشر وعلماء الفيزياء فى وضع لا يحسدون عليه ! • ذلك أن نتائج الأبحاث التى جرت فى مجال الاشعاع الحرارى والاشعاع الكهرومغناطيسى قد تضافرت على تحدى قواهم العلمية • وشهد مطلع القرن العشرين مولد نظريتين رائدتين ، كانتا المخرج من تلك الورطة العلمية ، الأولى هى النظرية الكمية ، والثانية هى النظرية النسبية ، على الوجه المبين فى ثنايا الكتاب • واستكمالا للفائدة نرى أن نعطى لمحة عن التطور فى مسار العلم بعد النقطة التى توقف عندها المؤلف ، بقدر ما يتسع له المقام ويوفقنا اليه المولى سبحانه •

تطورت النظرية الكمية على يد كل من بوهر وهايزنبرج وشرودنجر الى ما سمنى بميكانيك الكم ، وهى النظرية التى تتعامل مع الجسيمات دون الذرية ، وقد أضحت هذه الجسيمات عالما قائما بذاته ، لوفرة ما اكتشف منها ، حتى أصبحت تقدر بالميئات عددا ، كما تتعامل النظرية مع ثلاث من القوى الأربع المعروفة فى الطبيعة ، وهى القوة الكهرومغناطيسية

والقوة النووية الضعيفة والقوة النووية الشديدة • والقوة الأولى فهي التي بمقتضاها تتجاذب الشحنات الكهربائية والأقطاب المغناطيسية أو تتنافر • والقوة الثانية هي المسئولة عن التحلل الإشعاعي للعناصر المشعة ، أما القوة الثالثة فهي القوة التي تتماسك بها البروتونات داخل نواة الذرة ، رغم ما بها من تنافر لكونها ذوات شحنات متماثلة • أما القوة الرابعة في الطبيعة فهي قوة الجاذبية ، وهي تعمل على المستوى الكوني كما نعلم • هذه القوة هي مجال النظرية النسبية العامة التي وضعها آينشتاين عام ١٩١٤ •

وقد بذل العلماء جهودا خارقة لتوحيد هذه القوى الأربع ، بغية وضع تصور بسيط موحد للكون • وقد نجحت النظرية الكمية في توحيد القوى الثلاث الأولى بالفعل ، في منتصف الثمانينات تقريبا ، وجار العمل على قدم وساق في محاولة ضم القوة الرابعة ، التي تبين أنها صعبة المراس بقدر كبير على التوحيد •

وربما تكون آخر صيحة في مجال العلم هو ما يسمى بنظرية الأوتار الفائقة *superstrings* ، ويدعى أنصارها أنها الضالة المنشودة في هذا المضمار • وتذهب هذه النظرية إلى القول بأن الكون ليس مكونا من نقاط متناهية الصغر كما درجنا على تصوره منذ نعومة أظفارنا ، بل من أوتار متناهية الصغر ، وأن كل جسيم من الجسيمات دون الذرية في الطبيعة ما هو إلا تردد معين لمثل هذه الأوتار •

ونورد فيما يلي بعضا من الكتب التي تتناول مثل هذه الموضوعات لمن شاء الاستزادة :

— ما بعد آينشتاين ، ترجمة الدكتور فايز فوق العادة ،
أكاديمية ١٩٩٠ •

— تاريخ موجز للزمان ، ترجمة د • مصطفى فهمي ،
دار الثقافة الجديدة •

— الدقائق الثلاث الأخيرة من عمر الكون ، ترجمة
م • هاشم أحمد ، الهيئة المصرية العامة للكتاب •

قاموس مصطلحات عربي - لاتيني

المراجع : معجم الفيزياء ، أكاديميا

قاموس الفلك المصور ، مكتبة لبنان

قاموس الرياضيات المصور ، مكتبة لبنان

المورد

ظ : = انظر المادة •

(١)

ارج erg وحدة لقياس الطاقة •

اشعاع emission : اطلاق موجات (ظ : الاشعاع الكهرومغناطيسي)
أو جسيمات (ظ : الأشعة الكونية) ، وطبقا للرؤية الحديثة فقد
توحد المفهومان ، حيث وجد للموجات خواص جسيمية (ظ :
الفوتونات) وللجسيمات خواص موجية (ظ : الأشعة المادية) •

اشعاع جاما gamma rays : الاشعاع الكهرومغناطيسي (ظ : الأقل من
 10^{12} مترا •

اشعاع كهرومغناطيسي electromagnetic rays اطلاق موجات من مجال
كهربي ومجال مغناطيسي متعامدين ، وهو ينتشر بسرعة الضوء
(الضوء نفسه ضرورة من هذا الاشعاع يقع بين ٤٠٠ نانومتر الى
٧٧٠ نانومتر) • وبمفهوم الجسيمات فهو اطلاق الفوتونات (ظ) •
اشعة اكس X-rays : احدى صور الاشعاع الكهرومغناطيسي ، يقع طول
موجتها بين الأشعة فوق البنفسجية واشعة جاما ، أي يتراوح بين
 10^{-12} و 10^{-9} مترا •

أشعة كونية cosmic rays : جسيمات دون ذرية ، أغلبها بروتونات ، ولكن الإلكترونات ونويات كافة العناصر توجد فيها بنسب أقل ، تنطلق في الكون بسرعة مقاربة لسرعة الضوء ، أساساً مع انفجارات السوبرنوفا ، ولكن أيضاً مع البقع الشمسية .

ألفا (جسيمات ، اشعاع) Alpha (particles, emission) : جسيمات مكونة من نيوترونين وبروتونين (نواة ذرة الهيليوم) تنبعث من المواد خلال التحلل الإشعاعي (ط) .

إنتروپيا entropy : اصطلاح يشير الى الطاقة المشتقة نتيجة العمليات الحرارية أو الحيوية ، وكذا الى ميل النظم للتشتت والعشوائية (انظر الملحق) .

انزياح احمر red shift : ازاحة خطوط الطيف (ط) نحو اللون الاحمر اذا كان الجسم المشع يبتعد عن المراقب ، وهو ما تلاحظ من رصد المجرات ، مما تبين منه ظاهرة تمدد الكون (ط : الكون المتدد) .

الانفجار العظيم big bang : انفجار في الفراغ نشأ عنه الكون الحالي طبقاً للنظرية القائلة بذلك .

إثير ether : وسط تخيلي كان يظن أن الموجات الكهرومغناطيسية تنتشر خلاله ، وقد أثبتت التجارب قساده هذا الرأي .

(ب)

بيتا (جسيمات ، اشعاع) beta (particles, emission) : الإلكترونات المنبعثة من المواد المشعة خلال النشاط الإشعاعي (ط) .

(ت)

تأثير دوبلر doppler effect : التغير في خطوط الطيف بحسب تحريك الجسم المشع بالنسبة للمراقب ، فإذا كان مقترباً تزداد الألوان تجاه اللون الأزرق ، وإذا كان مبتعداً تكون الازاحة تجاه اللون الأحمر (ط : انزياح أحمر) .

تحلل اشعاعي radio decay : (نشاط اشعاعي) : اطلاق نويات المواد الثقيلة لجسيمات ألفا (ط) وبيتا (ط) وأشعة جاما (ط) .
لتتحول الى عناصر أخف .

تعبؤية (تجيباً الى) equivalence : مبدأ النظرية النسبية العامة ، ينص على أنه لا يمكن التفرقة بين الآثار المحلية الملحوظة لمجال الجاذبية وبين الآثار الناتجة عن الحركة المتسارعة لأطار الاستناد .

تفاعل متسلسل chain reaction : في الانشطارات النووية (التانشاط الاشعاعي الناتج من قذف الفواة بالنيوترونات) تتمنبج بحسيمات الفواة الناتجة من انشطار فواة في انشطار الأتوية المجاورة ، مما يعطى الانشطار خاصية التضاعف المتعدد .

تفسير كوينهاجن (٢) Copenhagen interpretation : المبدأ الذي أسست عليه ميكانيكا الكم ، والذي يعطى الظواهر الكمية صفة الاحتمال وليس القطع طبقاً لمبدأ عدم اليقين (ظ) ، ويقبل التعارض بين الظواهر الكمية كظواهر متكاملة طبقاً لمبدأ التكاملية (ظ) .

تكاملية (٢) (مبدأ الـ) complementarity : المبدأ القائل بأن الظواهر الكمية المتعارضة هي في الواقع متكاملة ، كالنظر للإلكترون كموجة أو كجسيم .

تساثل (*) (مبدأ التساثل العام) covariance مبدأ في النظرية النسبية العامة بمقتضاه يجب أن تعامل كافة أطر الاستناد في الزمكان (ظ) معاملة واحدة ، وبالتالي يجب أن تكون المعادلات معبرة عن هذا الحياد .

تيسور tensor : (ظ : موثر) .

(ث)

ثابت هابل Hubble constant : معدل زيادة سرعة المجرات بالنسبة لبعدها عن النظام الشمسي (من ٥٠ الى ١٠٠ كيلو متر/ثانية لكل مليون فرسخ نجمي) الفرسخ النجمي parsec = ٣.٢ سنة ضوئية) .

ثقب اسود black hole جسم فلكي بالغ الجاذبية لدرجة حبس الضوء بداخله .

(ج)

الجاذبية gravity قوة التجاذب بين الأجسام المادية .

جسم اسود black body : جسم مثالي افتراضي ، يتصور انه يمتص جميع الأشعة الساقطة عليه ، ولا ينعكس منها شيئاً ، ويعتقد فسطحه يفترض أنه يشع كل موجات الطيف ، وكان لمخالفة التجارب لهذه الفرضية أساس لوضع النظرية الكمية (ظ) .

جسيم أولي elementary particle : الجسيمات التي تكون اللبنات الأولية لبناء المادة والطاقة ، كالفيوتونات واللبتونات (ومنها) :
الالكترونات (والبايونات) ومنها البروتونات والنيوترونات)
وغيرها .

الجيوديسيا geodesics : علم دراسة الأسطح : ومنها تحديد أقصر أو أطول مسار لجسم على سطح ما .

(ج)

حد شاندراسيخار chandrasekhar limit : أثقل ما يكونه نجم قزم أبيض .

حركة براونية brownian motion : الحركة العشوائية للنباتات المجهرية داخل السوائل واستتبط منها تكون المواد من جزيئات .

الحضيض الشمسي perihelion : أقرب موضع للكوكب من الشمس .

(خ)

خط كوني world lines : مسار جسم في الزمكان .

(د)

درجة الحرارة المطلقة absolute temperature : درجة الحرارة مقيسة بالنسبة للصفر المطلق (ط) .

الديناميكا الحرارية thermodynamics : فرع الفيزياء الذي يعنى بدراسة العلاقات الكمية بين الطاقة الحرارية والأشكال الأخرى من الطاقة .

(ذ)

ذرة atom : أصغر وحدة بنائية لعنصر ما .

(ر)

سديم nebula : سحابة من الغاز والغبار الكوني .

سنة ضوئية light year : المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة (ط : ضوء) .

(هـ)

الصفر المطلق absolute zero : - ٢٧٣٫١٥ درجة مئوية .

(هـ)

ضوء ، سرعة الـ light (speed of) : ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية .

(ط)

طيف spectrum : ترتيب الموجات الاشعاعية طبقاً لتردداتها .

(ظ)

الظاهرة الكهروضوئية photoelectric effect : انبعاث الالكترونات
من بعض المواد عند سقوط الضوء عليها .

(ع)

عطارد mercury : اقرب كوكب في المجموعة الشمسية للشمس .
علم التفاضل والتكامل calculus : فرع من الرياضيات وضعه نيوتن .

(غ)

فوتون photon : جسيم الضوء أو الاشعاع الكهرومغناطيسي .

(ق)

قانون بقاء الطاقة law of conservation of energy : القانون الذي
يقول بأن الطاقة لا تفنى ولا تخلق من عدم ، بمعنى أن كمية الطاقة
في الكون ثابتة .

قانون بقاء المادة law of conservation of matter : القانون الذي كان
يقول بأن المادة لا تفنى ولا تخلق من عدم ، وذلك قبل اكتشاف
امكانية تحويل المادة الى طاقة .

القصور الذاتي inertia : خاصية احتفاظ الأجسام بحالتها من حيث
السكون أو الحركة في خط مستقيم وبسرعة ثابتة حتى تتأثر بقوة
تغير من حالتها .

قوانين الحركة laws of motion : القوانين الثلاثة لنيوتن لدراسة
حركة الأجسام تحت تأثير القوى .

(ك)

كم : quanta : أصغر وحدة من الطاقة .

الكون المتقرد : oscillating universe : تصور للكون على أنه يتأرجح بين التمدد والانكماش .

(م)

مبدأ عدم اليقين : uncertainty principle : مبدأ وضعه هايزنبرج يقول باستحالة تحديد كافة الخواص الفيزيكية في نفس الوقت تحديدا قاطعا لجسيم ما .

مطياف : spectroscopy : جهاز قياس الطيف .

موجات الجاذبية : gravity waves : شكل من الطاقة تبثه النجوم الضخمة المتسارعة ، تنبأت به النظرية النسبية العامة .

موجات المادة : matter waves : موجات تمثل سلوك الجسيمات تحت ظروف معينة ، ينظر إليها أحيانا على أنها موجات احتمالية تمثل احتمال وجود الجسيم في موضع معين .

(ن)

النجوم النابضة : pulsars : نجوم تعطي ومضات من الاشعاع ، يعتقد أنها نجوم نيوترونية تدور بسرعة فائقة حول نفسها .

نشاط إشعاعي : radioactivity : (ظ : تحليل إشعاعي) .

نيوترون : neutron : جسيم محايد الشحنة من مكونات نواة الذرة .

(هـ)

هندسة إقليدية : Euclidean geometry : هندسة تتعامل مع الأسطح المستوية .

هندسة ريمانية : (غير إقليدية) : Riemannian geometry : هندسة تتعامل مع الأسطح غير المستوية .

قاموس مصطلحات لاتينية - عربي

absolute temperature	درجة الحرارة المطلقة
absolute zero	الصفر المطلق
atom	ذرة
big bang	الانفجار العظيم
black body	جسم أسود
black hole	ثقب أسود
brownian motion	حركة براونية
calculus	علم التفاضل والتكامل
chain reaction	تفاعل متسلسل
complementarity	تكاملية
Copenhagen interpretation	تفسير كوبنهاجن
covariance	تمائل
Doppler effect	تأثير دوپلر
elementary particle	جسيم أولي
entropy	الانتروبيا
equivalence	تعادلية
erg	الرج
ether	الايثير
field	مجال
gamma rays	اشعاع (أشعة) جاما

geodésics	الجيوڊيسيا
géometry	هندسة
geometry, Euclidean	هندسة اقليدية
geometry, Reamanean	هندسة ريمانينية
gravity	الجاذبية
gravity waves	موجات الجاذبية
Helium	الهليوم
Hubble constant	ثابت هابل
inertia	القصور الذاتي
kinetic theory of gases	النظرية الحركية للغازات
law of conservation of energy	قانون بقاء الطاقة
law of conservation of matter	قانون بقاء المادة
laws of motion	قوانين الحركة
light	ضوء
light year	سنة ضوئية
magnet	مغناطيس
mechanical equivalent of heat	المكافئ الميكانيكي للحرارة
mercury	عطارد
nebula	سديم
nutrone	نيترون
oscilating universe	الكون المتردد
perihelion	الحضيض الشمسي
photon	فوتون
photoelectric effect	الظاهرة الكهروضوئية
probability waves	موجات الاحتمال
pulsares	النجوم النابضة
quanta	كم

radioactivity	نشاط اشعاعي
ray emission	اشعاع
red shift	انزياح احمر
spectroscope	مطياف
spectrum	طيف
tensor	تensors
thermodynamics	الديناميكا الحرارية
uncertainty principle	مبدأ عدم اليقين
waves	الموجات
world line	خط كونى
x-rays	اشعة اكس (رونتجن)



اول صورة معروفة لألبرت أينشتاين



أينشتاين أيام الدراسة في البوليتكنيك بزيورخ



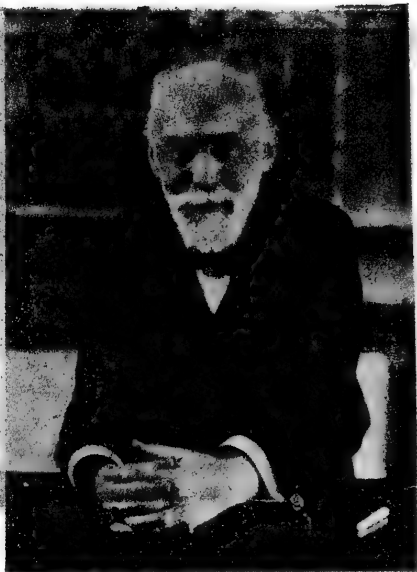
اينشتاين في مكتب براءات الاختراعات ، برن



الأكاديمية الأولى كونراد هابشيت ، موريس سولفين والبرت اينشتاين



آيتوللاهی وييسو هی زيورخ

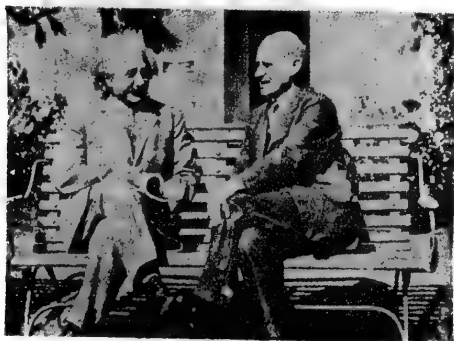


H.A. Tarrant

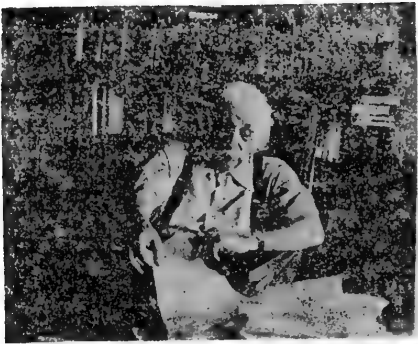
۱۰۱ لورنتز



مؤتمر سولفای عام ۱۹۱۱ الجالسون ، من اليسار ، ثرنست ، بریلون ، سولفای ،
لورنتز ، فارپورج ، پیرین هین (للخلف) ، مدام کوری ، بوانکریه والون • جولد
شمیت ، بلانک ، روپتر ، سمرایک ، لنیبرلمان ، دی پرووی ، کنشمن ، هان ناؤلر ،
هوشلتل ، هرزن ، جیفز ، لرافورد کمرلنخ - اوتس ، ایلتشتین ، لانجلین •



اندجلتون وایلتشتین عام ۱۹۳۰ •



اينشتين في مكتبه عام ١٩٤٨ تقريبا



ماكس بلانك

١٩٠٠



آخر صورة لاينشتاين اخذت له في عيد ميلاده السادس والسبعين ١٤ مارس ١٩٥٥

أقرأ في هذه السلسلة

مراتبه ومن
أحلام الأعلام والشمس أخرى
في - رائد تكايوم جابوتسكين
الكثرونيات والعمياء الحديثة

للشمس مكسلي
قطعة مقابل قطعة
ت - و - فريمان
الجغرافيا في مائة عام
والعولمة واليابان
للثقافة والمجتمع

ج - هـ - فورس و - ج - نيكستورود
تاريخ السلم والتكنولوجيا
٢ ج

ليسترنيل واي
الأرض الغامضة
والتر كان
لرواية الايجلزية
لورنس بارجاس
الحركة التي في المسرح
فرانصوا بوماس
الله مصر

ت - قدرى حلى وكثرون
الانسان المصري على الشاشة
اولاف فولك
القاهرة مدينة الف ليلة وليلة

ماشم النحاس
الهوية القومية في السينما
مينايد وياهم مكنوسال
مجموعات للفرد - صيلاتها
كسيفيها - مرشها

عزيز الشوان
جوسيلي تغيير لغتي ومطق
ج - مجسن جلسم الموصى
عصر الرواية

ديوان ترماس
مجموعة مقالات ثقافية

جون لورنس
الانسان ذلك الكائن الغريب

جوزف ويست
الرواية الحديثة - الانجليزية
والفرنسية

في - خيم - لثلي شعاري
المسرح المصري القديم
أصله وعلاجه

ج - لثور - الجديدي
عني محمدي - ط - الجديدي - الجديدي

يكل شولز واعينته
القوة النفسية للفرم

حطاء خرمي
من الترجمة

دلف في مائلر
تولستوي

تليكور ديوميد
مستقال

فيكتور هوغو
رسائل واحاديث من الماضي

ليزر هيرابورج
لجزء - الكتل - معارفات في مشعر
الغزياء الثرية

سنتي موك
لثراث القامش - ماركس
والماركسيون

ج - هـ - انيلكوف
من الادب الروائي منه تولستوي

هادي نعمان الهيبي
ادب الاطفال - فلسطين - فنونه
وسائله

ج - هـ - نعمان رحيم المزاري
احمد حسن الزيات كتابا وثقفا

ج - هـ - فاضل احمد الطاش
اعلام العرب في الكيمياء

جلال الحصري
فكرة المسرح

منري باروس
المجسم

ج - هـ - السيد عليوة
صنع القرار السياسي في
مقطعات الامارة العمانية

ماكرب پروتولسكي
لتطور الحضاري للانسان

ج - هـ - روج ستروجان
في - التفتيح - التفتيح
في - التفتيح - التفتيح

كافي - شيل
تربية النواحي

ج - هـ - مينسر
لوتني وعالمهم في - مسر
للثقافة

ج - هـ - ناعيم - بيتري - بيتري
العمل - في - العمل

جوزيفه دامنرس
سبع معارك فاصلة في الحصار
للويسي

ليونير تدميرزاي
مناصرة الولايات المتحدة
الأمريكية لزاء مصر

ج - هـ - جون شيندلر
كيف تعيش ٣٦٥ يوما في
الأسيرة

بيير اليبر
الصلابة

ج - هـ - غوريال ومبة
في الكوميندا اللطيفة لادالتي
في الفن التشكيلي

رسمين حوش
الطب الروسي قبل الثورة
البلشفية ويعصا

ج - هـ - محمد نعمان جلال
في - عدم التحيز في عالم
مطلق

ماركليس ل - باروس
الفكر الأوروبي الحديث ج

شركت الروسي
الفن التشكيلي المعاصر في
لوطان العربي

ج - هـ - مكي الدين احمد حسين
الفتنة الاسرية والبناء الصغار

ج - هـ - ادالتي اندرو
تقنيات الفلم الكبري

جوزيف كورتاد
مقالات من الادب القصص

ج - هـ - جوهان لورينز
الحياة في الكون كيف نشأت
واين توجد

ج - هـ - مائة من العلماء الامريكيين
مهاجرة اللقاع الاستراتيجي
حروب الفضاء

ج - هـ - السيد عليوة
لورة الصراعات الدولية

ج - هـ - مينسلي - مينسلي
التيروكسيون

ج - هـ - مجموعة من الكتاب اليابانيين
والصينيين

ج - هـ - مقالات من الادب الياباني
القصص - لورانس - الحكاية -
القصص القصيرة

جابريل باير
تاريخ ملكية الأراضي في مصر
الحدثة

انطوني دى كريسش وكينيث هينوج
اعلام السلطة السياسية
الحاضرة

درايت مورين
كتابة للتصديق للسياحة

زائيلسكى ف. س
الزمن وإياضه (من جزء من
التيكون جزء من التلوية وحتى
مليارات السنين)

مهندس ايراميم للقرضاوى
اجهزة تنقيب الهوام

بيتر رداى
القيمة الاجتماعية والاضطراب
الاجتماعي

جوزيف دامروس
سبعة مؤرخين في المصور
الوصفي

س. م. بودا
التجربة اليونانية

د. عاميم ممه رنق
مراكز الصناعات في مصر
الاصلاحية

روثاند ه. ميسون وفرومان ه.
التربية
العلم والطالب والاهلوس

د. لثور عبد الله
الضارح المصري والفكر

واث وتمان روستر
حوار حول القضية الاقتصادية

لورا ه. ميس
تيسيد للاقتصاد

جون لويس بوركاريت
الاصناف والاعمال المصرية
مع العمل الشعبي في عهد
محمد علي

الان كامبيار
التحقيق لسيماشي

سامي عبد الحميد
التخطيط السياسي في مصر
بين النظرية والتطبيق

لثور هريك وشاندرا ريكاما سيج
التيكون الفكرية

حميد حلي الهنيس
سيماشي للاقتصاد (بين النظرية
والتطبيق) لسيماشي والتايلانديون
٢

دوى روبرتسون
الهيروين والنيون واثرهما في
الاجتماع

مرد كابن ملكيترياه
صور افريقية - فكرية على
حيوانات افريقية

ماشم النحاس
تجيب مطوقة على الصحافة
د. محمود سري طه

الكوميديوت في مجالات الحياة

بيتر لورى
المفردات حقائق النفسية

بوريس ايدروايتش سيرجيد
وظائف الاعضاء في الكائنات
الحياتية

ديليام بينز
الهندسة اللولبية للجميع

ديليد الفرتوف
تربية اسمك لثوية

احمد محمد الشتراني
كتب غيرت الفكر التنمائي

جون ه. د. بورد وجيلتون جونايد
القضية وتنشأ العصر ٢

أرنولد توينون
الفكر التاريخي عند الافريق

د. صلاح رشاد
مكتبة والضيافة في لبنان
الفكرية المعاصر

م. د. كنج واخرون
القضية في البلدان الصناعية

جورج جاموف
يدلية بلا نهاية

د. السيد طه السيد أبو ستورة
الحرف والصناعات في مصر
الاصلاحية منذ الفتح العربي
حتى نهاية العصر الفاطمي

جاليانو جاليو
حوار حول الفيلسوف اليوناني
للكون ٢

لثور موريس واآن مر
الاهلي

سيريل المريد
التحليل

ارثر كيمستر
القبيلة للقبائل حفرة وهود
شهم

ب. شيمان
الاسماير التاريخية والرومانية

د. توماس ا. هاريس
التوافق النفسي - تحليل
العمليات الانسانية

لجنة الترجمة
للمجلس الأعلى للتربية
لتحليل التيليوغرافيا
روائع الاعمال العالمية ١

دوى تيمز
الحق المصور في التسيما الحاضرة

ناجاي مستفي
الثروة الانشائية في اليونان

بول هاريسون
العالم الثالث هذا

ميكايل ابني وجويس لظرف
الافريقي الكبير

آدامز فيليب
دليل تنظيم الكتاب

ليكتور مورجان
تاريخ الملقوه

محمد كمال لسمايل
التحليل والتوزيع الاقتصادي

أبو التاسم للفردوس
الاصلاحية ٢

بيترتون جردن
القيمة الفكرية ٢

جاءه كراسه جونايد
كتابة التاريخ في مصر القديم
للتوسع على

محمد غزاله كوروي
قيام الدولة الصناعية

تومي بار
التحليل لسيماشي والتايلانديون
تاجور، شين بين بنج واخرون
مستقاربات من الاعمال الفكرية

ناصر خسرو طوي
سفرنامة

فانوس جونايد وجويس في جونايد
واخرون
سقوط الفكر والتجديد في جونايد

احمد محمد الليثواني
كتب غيرت الفكر التنمائي
٢

جان اريس جودي واخرون
في تلك السيماشي للفكر

لثورمانيون في افريقيا
بول كراول

موريس بون برادر
صناع الفنون

زيجورات هين
جماليات فن الفرج

جورجيان رولى مميديا
الحملة الصليبية الأولى وكثرة
المروء الصليبية

القرية ج. وائل
الكنائس القبطية القديمة في
مصر

ريتشارد هالست
رواية الفلسفة الحديثة

توليم زانكست
من كتاب الفلسفة القدس

الحاج ميخائيل المير
وحالات تاريخيا

موريس ثيلر
الاتصال والهيمنة الثقافية

برتراند راسل
السلطة والفرد

بيتر تيكلز
السياسة الخيالية

اندريه جيري
عن الفكر المسيحي في العصور

فنانى كويس
مصر الرومانية

ستيفن اوزمنت
التاريخ من شتى جوانبه ٣

موني براج وانشورن
السياسة الغربية من الخليج الى
البحيرة

فانتن يكاره
انهم يصنعون البشر ٢

جابر محمد الجزار
مستويات

د. ابرار كريم الله
من هم القاتل

ج. س. فريز
الكاتب الحديث وعالمه

موريل جيل
حيث الكهن

عن روايات الادب الحديثة

لويدي تود
مبتلى الى علم اللغة

اسحق عظيموف
للمفاهيم المتطورة

سراي السوروف
مارجريت ديز

ما بعد الحداثة

د. بيتر جودج
الآخر في الفن علم

سيفين راسيمان
المعاملات الصليبية

د. ج. وائل
مسلح التاريخ الصليبية
٤

جورج جودينام
حاضرة الاسلام

د. عبد الرحمن عبد الله الخريز
رحلة يريوتن الى مصر والحجاز
٢

جلال عبد الفتاح
للكون ذلك المجهول

ايرتوان جود وآخرون
الطال من الخامسة الى العاشرة
٢

بدي افرمود
الريفية - الطريق الآخر

د. محمد زويهم
فن التزاوج

بريسلاف مانوفسكي
الحضر والعلم والدين

آدم مزل
الحضارة الإسلامية

فانتن يكاره
انهم يصنعون البشر

عبد الرحمن عبد الله الشيخ
بوميات رحلة فاستكو دلهما

ايفري شاتومان
كوكبا القصور

سونداري
الفلسفة الجوفرية

مارتن فان كرايفت
حرب المستقبل

انريسي ج. بيجون
الاعمال الحقيقية

عبد جابر
التاريخ المصرية من محمد على

د. ج. وائل
السياسة الخيالية

كارايل
تيسيد العظيم للهتسية

توماس كيرهارت
فن اللام والياتوميم

اموريس مودور
للتكثير التقدم

ويانام د. ماثيز
ما هي الجيوبولوجيا

شيمون ساليه
السياتري في السيفيد الفرسية

بول وارن
خاليا نظام القيم العنصرية

جورج ستايلز
بين تواسون وبيوسيفسكي
٢

يانكي لافون
الروماتيكية والواقعية

محمود سامي صلا الله
القيم التسجيلي

جوزيف يان
رحلة جوزيف يان

ستانلي جيه سارمون
الواع للقيم العنصرية

هاري ب. لاف
الحضر والبيش والصوب

جوزيف م. بيجل
فن الفرقة على الانعام

كروستيان ديروش نويك
للقوة الفرعية

جوزيف يندام
موجز تاريخ العلم والحضارة
في الصين

ايواندو دانلي
نظرة التصوير

د. ج. وائل
كوكب الفراشة

روبولف فون هاسينج
رحلة الامير ريدوف الى الشرق
٣

ماتكيم براندري
الرواية لليوم

وايم مارست
رحلة ماركو بولو ٢

موني بيرين
تاريخ أوروبا في العصور الوسطى

بجيه شنيير
نظرة الادب المعاصر وقراءة النص

اسحق عظيموف
للعلم والقلق المستقل

روناك دانيد لانج
الحكمة والجنون والحماقة

كارل دوير
يحيا عن عالم الفضل

تورمان كلارك
الاقتصاد السياسي للعلم

والثقولوجيا

عبد ميم الدين محمد
الخلاص على الزمن الاتي
ممنوع عليه
البرلمان القوي الاسرائيلي
والاين القوي العربي
ابرويسكالا
الحب

ليور امانتي
ميدل تاريخ الكتب اصحيز
ميربرت ريد
النروية عن طريق الفن
وليام بينر
معجم التكنولوجيا الحيوية

الفن كرفر
المول المصلحة ٢
يوسف شارة
سحتا. القرن الحادي والحضري
العلاقات الدولية

روالد جلستون
الكيمياء في خدمة الانسان

ت ج جدير
حملة ايام الفراحة

جرج كاشمان
لغة النصب المروبي ٢

حسب امين زكريا
الفن يروكم

لارا ف اوجس
التيه اليابانية

سليمكان مظهر
اساطير من الشرق

ونهر هيلم
كلت ملكة على مصر
ميس فاري برمنج
تاريخ مصر
بول دالين
الملك الثلاث الأخيرة

موزيف وماري فيلمان
معاملة الفلم

ج: كونتس
مخاضة الفيلينية

رشت كامبرد
في المعرفة التاريخية

كتب ١ كس
رئيس الثاني

جان بول سارتر ونشرون
م. كارات من المسرح العالم

روزالد وجاك باتسن
الطال المصري القديم

نيكولاس ما
شراوة هولز

ميجيل دي ليس
القران

جوسس دي لوك
موسوليني

الروز جرايد
موسارث

م. عبد الرزق الجبر
معارف مع الشعر العربي

ونفر. هولز
كانت ملكة على مصر

الن شوتر
الحياة اليومية في مصر القديمة

١٠١ س. اوارينز
اهرام مصر

ميرت سكواز ونشرون
اللق ادب الشيال. الطيبي

٢٠٠٠ من نيلين
المعجم الحديث للمصطلحات والنشرون

س. موارث
شهر الرحلات الى غرب افريقيا

و. بارتره
تاريخ الفقه في آسيا الوسطى

نظير ليمانو
تاريخ أوروبا الشرقية

جابريل جاجارسيا. ماركي
الجغرافيا في الثقافة

مترى برجنوت
الضفة

مستطى محمود سلوفا
الززال

٢٠٠٠ لرنج
شمير المقدس

٢٠٠٠ ر. جوني
المحيطين

ميتار موصكتي
نمضارات السامية

٢٠٠٠ لورت حوراني
تاريخ الشعوب العربية

محمود كاسم
الكتاب العربي لكتاب الفرنسي

ماتيس ريتوس
الصيد

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ١٣٨٢٤/١٩٩٧

ISBN — 977 — 01 — 5507 — 1

تهدف الهيئة المصرية العامة للكتاب من مشروع الألف كتاب الثاني إلى مواصلة مسيرة المشروع الأول بتكوين مكتبة متكاملة للقارئ العربي في شتى جوانب المعرفة عن طريق الترجمة والتأليف. وفي هذا الإطار يبدي المشروع اهتماماً كبيراً بالكتب العلمية والمستقبلية، وقد أصدر حتى الآن ٢٨ كتاباً في هذا المجال، من أهمها:

ب. ديفيز، المفهوم الحديث للزمان والمكان

ادوارد فايجينبام، الجيل الخامس للحاسوب

اسحق عظيموف، العلم وآفاق المستقبل

بول ديفيز، الدقائق الثلاث الأخيرة

(انظر القائمة المفصلة داخل الكتاب)

وفي هذا الكتاب نعرض لسيرة أعظم فيزيائي القرن العشرين فاطبة، ألا وهو ألبرت أينشتاين، صاحب نظرية النسبية التي غيرت كلية من رؤيتنا للكون وكشفت لنا عن بعد رابع له، هو الزمان، كان مجهولاً لنا حتى ذلك التاريخ رغم شدة ألفته لنا. وكذلك حياة أينشتاين ببساطتها التي تعد أنموذجاً لحياة العالم الزاهد حافلة بالدروس والعبر، وجوهر عظيمته يكمن في بساطته هذه التي لم تفسدها الشهرة التي حظي بها والتي جعلته أسطورة وظل رغم ما يحيطه به الجمهور من آيات الإجلال شديد التواضع، حتى أنه في إحدى المناسبات التي أقيمت لتكريمه قال للجمهور: "عندما كنت صغيراً كان كل ما تمنيته وثوقته من الحياة أن أجلس في هدوء إلى ركن ما أؤدي عملي بلا ضجة، ولكن أنظروا ما آل إليه أمري الآن.."